

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Medicina Física y Rehabilitación. Hidrología Médica



**VALORES PODOESTABILOMÉTRICOS EN LA
POBLACIÓN DEPORTIVA INFANTIL.**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

Juan Carlos Segovia Martínez

Bajo la dirección del doctor

Julio César Legido Arce

Madrid, 2009

- **ISBN: 978-84-692-8441-4**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Medicina Física y Rehabilitación.

Hidrología Médica

**VALORES PODOESTABILOMETRICOS EN LA
POBLACION DEPORTIVA INFANTIL**

TESIS DOCTORAL

JUAN CARLOS SEGOVIA MARTINEZ

Madrid 2008

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Medicina Física y Rehabilitación.

Hidrología Médica

TESIS DOCTORAL

VALORES PODOESTABILOMETRICOS EN LA

POBLACION DEPORTIVA INFANTIL

JUAN CARLOS SEGOVIA MARTINEZ

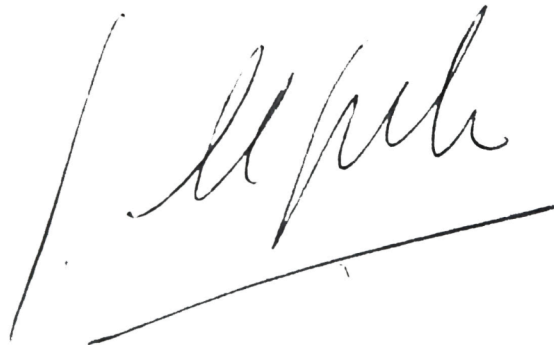
DIRECTOR: Julio César Legido Arce

Madrid 2008

JULIO CESAR LEGIDO ARCE, CATEDRATICO-DIRECTOR DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE LA EDUCACION FISICA Y EL DEPORTE, ADSCRITA AL DEPARTAMENTO DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION. HIDROLOGIA MEDICA DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID,

CERTIFICA: Que **D. Juan Carlos Segovia Martínez** ha realizado bajo su dirección el trabajo de investigación titulado: “VALORES PODOESTABILOMETRICOS EN LA POBLACION INFANTIL DEPORTIVA”. Este trabajo ha sido desarrollado con una metodología novedosa, con minuciosidad y rigor. Tanto por su interés como por su originalidad, reúne todos los requisitos metodológicos para ser presentado y defendido públicamente para optar al Grado de Doctor por esta Universidad Complutense de Madrid.

Y para que conste, lo firma en Madrid a 17 de Octubre de dos mil ocho.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Legido Arce', written over a horizontal line.

Algunos hombres ven las cosas como son y se preguntan por qué.

Otros sueñan que nunca fueron y se preguntan por qué no.

Georges Bernard Shaw

AGRADECIMIENTOS

A Julio César Legido por su paciencia, dedicación e insistencia para conseguir llegar a fin este proyecto, además de su labor al frente de la Educación Física y de la Medicina Deportiva, con el cual he podido compartir la mayor parte de mi vida profesional y sin el cual no hubiera podido terminar este trabajo.

A Javier L-Silvarrey por ceder su hombro de forma permanente para apoyarme en todos los momentos de altibajos por los que ha discurrido esta Tesis.

A los compañeros de la Escuela y el Departamento, por la comprensión en la gestión de la presentación de todos los documentos.

Al Servicio de Ayuda a la Investigación con Pedro Vera a la cabeza y Santiago por su gran colaboración en el estudio y análisis estadístico de las muestras, mostrando una agilidad y profesionalidad excepcional, herramienta fundamental en la elaboración de este estudio.

A todos los niños que pasaron por el Centro de Medicina Deportiva de la Comunidad de Madrid, facilitando en todo momento todas las pruebas que se les hicieron.

A mis Padres, que se sacrificaron por que tuviera una buena formación especialmente en los valores. A mis hermanas médicas, ya que me marcaron un camino y siempre me ayudaron con cariño y experiencia.

A mi mujer Fabienne y a mis hijas, Inés y Alix, que son las que más han soportado mis momentos bajos y han pagado el mayor tributo y a las cuales más les debo.

INDICE.....	11
INTRODUCCION.....	13
DEFINICION DE EQUILIBRIO.....	17
EL CONTROL DE LA SITUACION DE LA BIPEDESTACION.....	21
ANATOMIA Y FISIOLOGIA.....	29
AFERENCIAS NEUROSENSORIALES.....	30
ENTRADA VISUAL.....	30
APARATO VESTIBULAR.....	32
ENTRADA TACTIL.....	35
ENTRADA PROPIOCEPTIVA.....	37
CONFLICTOS SENSORIALES.....	42
RIGIDEZ MUSCULAR.....	43
LA TRAYECTORIA DEL CENTRO DE PRESIONES.....	44
PROYECCIONES DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CUERPO (CGC). LAS OSCILACIONES Y LAS INVESTIGACIONES DEL MOVIMIENTO.....	52
PLATAFORMAS DE ESTABILOMETRIA.....	56
EVOLUCION DEL EQUILIBRIO EN FUNCION DE LA EDAD Y EL SEXO.....	59
EL EQUILIBRIO EN EL DEPORTE.....	61
HIPÓTESIS Y OBJETIVO	71
MATERIAL Y METODOS.....	72
POBLACION.....	72
MATERIAL.....	74
METODOLOGIA.....	78
ESTUDIO ESTADISTICO.....	85
RESULTADOS.....	88
DISCUSION.....	144
CONCLUSIONES PARCIALES.....	154

CONCLUSION.....	155
BIBLIOGRAFIA.....	157

El proceso de control postural se viene tratando desde hace mucho tiempo, aunque ha recobrado protagonismo en el mundo del deporte ^[1-36]. En 1837, Charles Bell^[37] comentaba la existencia de unos mecanismos que se encargaban de ajustar las desviaciones del eje corporal en relación con la vertical que se pudieran producir cuando se presentaba una ráfaga de viento, evitando que éste sea derribado. Otros fisiólogos a lo largo de la historia buscaron los factores, mecanismos, etc que influyen en el equilibrio.

En los tratados de fisiología se pueden ver descritos los mecanismos de regulación postural. En los escritos más recientes sobre la postura, ya no se la considera como un simple alineamiento estático de los segmentos corporales, sino que se la considera como un proceso altamente complejo que requiere una correcta localización espacial, al mismo tiempo que una conciencia integral del propio cuerpo, que incluye la asociación de procesos bioquímicos, neurofisiológicos, biomecánicos y neuropsíquicos, que varían en función de los movimientos de la cabeza, miembros, movimientos o incluso el apoyo plantar ^[38].

En condición de la gravedad terrestre, la situación en bipedestación del hombre coloca el Centro de Gravedad del cuerpo alrededor de la mitad de su altura. El mantenimiento de esta postura llamada en equilibrio estático exige de la puesta en juego de una cadena compleja de funciones en las cuales el laberinto posterior, órgano^[2] del equilibrio, juega un papel informativo.

La dirección de la verticalidad percibida está determinada por dos conjuntos de experiencias que actúan simultáneamente. La primera es lo que nos rodea, el campo en que nos movemos, aprendido normalmente por la visión, la cual nos sirve de marco de referencia. La segunda es la dirección de la gravedad, aprendida mediante sensaciones vestibulares, táctiles y quinestésicas, que nos aporta otra “definición” al concepto que cada uno posee de la verticalidad ^[39].

En lo que se refiere a los desplazamientos, tales como la marcha o la carrera, exigen de unos ajustes instantáneos que configuran el equilibrio dinámico. El hombre ha llegado a este punto a través de una evolución

filogénica muy larga, equiparable de forma resumida a lo observado en la evolución de un aprendizaje de un niño desde que aprende a mantener la cabeza erguida, posteriormente a sentarse sin ayuda, gatear a cuatro patas y más tarde a ponerse de pie y a correr^[40].

El equilibrio es el resultado de un aprendizaje en base a un programa establecido según la especie. Este aprendizaje puede sobrepasar, incluso, las normas de la especie gracias al entrenamiento motor, como en los deportistas y acróbatas ^[41].

Desde la dinámica biológica, la postura puede definirse como la actividad refleja de un organismo respecto a su adaptación al espacio. ^[42]. Se suele malinterpretar al equilibrio como la idea de “no actividad”. Debe ser todo lo contrario. El equilibrio o el concepto de postura no puede entenderse bien sin hacer referencias a las acciones realizadas previamente y a las que se producirán posteriormente ^[42]. Incluso hay autores que van más lejos afirmando que “la organización tónico-postural, que se traduce a la actitud de bipedestación, sintetiza en el plano somático toda la historia del sujeto, al tiempo que manifiesta lo que es la persona en un cierto momento de las comunicaciones con su entorno”^{[42],[43]}. Postura y equilibrio implica una serie de procesos muy complejos que se procesan, programan, organizan y se ejecutan en planos muy diferentes.

Las personas adultas poseen, desde el punto de vista postural, tres características exclusivas: la postura bipodal habitual, la marcha sobre las extremidades inferiores y ser el único mamífero cuyo organismo describe en su eje un ángulo de 90°, al pasar de la posición ortostática al descanso. Esto lleva a pensar ciertas consideraciones en relación a la postura y al equilibrio humano, las cuales han condicionado a lo largo de la filogenia las estructuras morfológicas encargadas de controlar las oscilaciones del Centro de Gravedad para que no rebase los límites del polígono de sustentación. Por otro lado los órganos y sistemas se han adaptado a la postura erecta.

El estudio de la postura vienen de lejos y se pueden encontrar referencias en Hipócrates y Galeno^[44], de los pintores italianos del Renacimiento^[45] o en libros de estudios sobre salud del siglo XVI en España^[46] que escribió sobre la importancia del sistema vestibular sobre la estabilidad , o

Romberg^[47] que analizó la influencia de la visión y que aportó sus conocimientos sobre la propiocepción. Después, Sherrington^[48-50] aportaba datos sobre el tono muscular y su influencia en el equilibrio o Babinsky^[51] que analizaba las relaciones existentes entre los componentes articulares de tronco, caderas y piernas en la función del mantenimiento del equilibrio ^[45] .

De Cyon a través de su obra, “L’Oreille, organe d’orientation dans le Temp et le space” se refiere al equilibrio y a los reflejos posturales del hombre y sus manifestaciones en el movimiento. En 1940, Sherrington establece que “la postura erecta es un reflejo postural amplio y compuesto de una serie de acciones, en las que el elemento fundamental es la contracción muscular contra la aceleración de la gravedad...” Baron y Fowler en 1952^{[45],[52]} mencionan la posibilidad de tratamiento en ciertas inestabilidades mediante prismas que modificaban la percepción óculo motriz, significando la importancia del sistema visual como aferencia y su estrecha relación con la propiocepción.

Thomas y Ajuriaguerra, en 1948 relacionan el tono postural con el movimiento^[53, 54] y en los inicios de la década de los cincuenta (siglo XX) se plantean los principios de la primera plataforma posturográfica recogiendo las oscilaciones de la persona erguida, aunque de una forma muy rudimentaria y fija. En 1955 Baron^[52, 55] describió las desviaciones del eje corporal, mediante la utilización de un estatocinesiómetro, y sus relaciones con la actividad tónica postural.

Posteriormente aparecen autores como Fukuda que se lanzan hacia el estudio de la posición erguida y estática del hombre, como postura de referencia para la preparación del gesto, elaborando el Test de Fukuda o “del pisoteo” demostrando el aumento del tono muscular del lado del giro de la cabeza^[45, 56-59].

No es hasta los años 80 donde se observa un aumento significativo de las publicaciones sobre posturología creándose distintas corrientes, que mantienen unos principios generales, aunque existen pequeñas discrepancias:

Por un lado el Modelo Neurofisiológico basado en el estudio del tono postural, que se basa en la idea de un “sistema postural fino” que se encarga de la regulación de pequeñas descargas de actividad muscular fásica que

controlan los desplazamientos del Centro de Gravedad, típico de la Escuela Francesa^[56, 60].

Por otro lado el Modelo Mecánico Neurocom de Nashner^[61-69]. Es la otra corriente frente a la escuela francesa, fundando también su propia compañía (NeuroCom), ocupando el primer lugar mundial en desarrollo, producción y venta de equipamiento médico para la valoración, rehabilitación y seguimiento de pacientes con trastornos del equilibrio y la movilidad y en estos últimos tiempos en el campo del deporte.

Los dos modelos siguen unos principios similares, planteando la línea francesa una rigurosidad en el desarrollo, dejando el modelo de Nashner cierta libertad de actuación al investigador. Los investigadores franceses observan en Nashner una visión excesivamente mecánica del sistema postural^[70, 71]

Se presentan otros modelos que se centran en el estudio de las cadenas cinéticas y de su relación con el sistema antigravitatorio espinal, estudiando las variaciones que se producen en la estática postural así como en la dinámica articular.

Por otro lado también está el modelo psicosomático, el cual introduce en la valoración aspectos emotivos de la postura, aspectos psicológicos, o más concretamente sobre el campo de los Estilos Cognitivos^[72] afirmando que “la postura está estrechamente relacionada con la vida emotiva, hasta ser la misma expresión misma para el mundo exterior, no sólo por la mímica facial y manual, sino también por la disposición corporal en su conjunto” analizando desde una perspectiva psico-fisiológica.

No podemos perder de vista que somos sistemas físicos, oscilantes y evidentemente antigravitatorios o dependientes de la fuerza de gravedad. El peso corporal es la relación simple entre la masa y la gravedad, de esta manera todo el movimiento humano, sus posibilidades, etc.. queda subordinado a este principio. Los desórdenes cráneo-cérvido-mandibulares pueden producir alteraciones en la postura. La estabilometría mide variaciones témporo-espaciales en el centro de presiones corporales y evalúa los mecanismos del mantenimiento del equilibrio^[73]

Desde las condiciones intrauterinas el desarrollo vestibular, con sus relaciones centrales y periféricas, toman las riendas, junto al cerebelo, de todo lo relacionado con las condiciones del equilibrio, la bipedestación, el balance, y en general de todas las respuestas adaptativas locomotoras. Estas relaciones son valederas tanto en los estados de salud, como en las alteraciones o disfunciones, incluyendo las lesiones que sufra la locomoción o traslación humanas^[42].

La evolución de la cuadrupedia al bípedo ha permitido al hombre utilizar sus manos para funciones diferentes de la locomoción favoreciendo un importante desarrollo del cerebro. Esta transformación ha supuesto una reducción de la base de sustentación con el consiguiente manejo de situaciones de desequilibrio-inestabilidad, durante la marcha, la carrera, la trepa, mientras subimos o bajamos escaleras o nos levantamos o nos sentamos^[48, 74, 75].

DEFINICION DE EQUILIBRIO

Equilibrio Corporal se define cuando el cuerpo está estabilizado. Esto ocurre cuando la proyección del Centro de Gravedad cae dentro de su base de soporte y las fuerzas actuantes sobre el cuerpo son igual a cero.. En un movimiento eficiente, el “balance” es la pérdida continuada y restablecimiento del control sobre su centro de gravedad. La habilidad para relajarse en el momento justo, en la articulación adecuada, en el plano correcto, en la dirección indicada, para una correcta “performance” de una actividad está estrechamente relacionada con el “balance”. Generalmente se adapta a un nivel subconsciente. El “balance” es uno de los componentes clave para que el individuo se relacione satisfactoriamente entre su entorno. Así mismo es uno de los aspectos más importantes para la correcta realización de cualquier función o actividad deportiva.

Hablar del equilibrio humano es referirse a un concepto global de las relaciones del ser con el mundo. Es por esta razón por la que se debe profundizar en el análisis desde puntos de vista psico-biológico, psico-neurológico, anatomía y fisiología evolutivas y desde ciencias del movimiento. Pero dentro de esta globalidad, según Lázaro^[42], se obliga a que en cualquier aproximación teórico-práctica sobre el equilibrio se traten algunos aspectos

básicos como: a) los datos de la filogénesis y la ontogénesis del ser humano; b) la explicitación de los mecanismos en virtud de los cuales los centros inferiores y superiores del sistema nervioso central regulan las adaptaciones estabilizadoras; c) sus perturbaciones y la posible influencia de éstas sobre lo cognitivo y d) los aspectos relacionados con la vida socio-emocional.

El equilibrio humano es el resultado de distintas integraciones sensorio-perceptivo-motriz, que conducen al aprendizaje propio. Es importante fijar la atención en el papel que desempeña la postura y la acción en relación con la capacidad de estabilización y como la postura-equilibrio informa de la historia del sujeto. La habilidad para usar las aferencias visuales, vestibulares y propioceptivas para el equilibrio se correlacionó con la movilidad funcional^[76].

La postura se define como la actividad refleja de un organismo respecto a su adaptación al espacio. Es decir que la postura-equilibrio se relaciona más con una acción motriz que con la actitud o mantenimiento de una posición determinada^[42]

El Control Postural se definió como el control de la posición del cuerpo en el espacio con los objetivos de equilibrio y orientación^[77, 78]. Tradicionalmente, ha sido considerado como una tarea automática o de reflejo controlado, sugiriendo que los sistemas de control postural utilizan recursos de atención mínimos. Sin embargo estudios recientes han evidenciado lo contrario. Estos sugieren que hay recursos de atención significativos para el control postural y que éstos requerimientos varían en función de la tarea postural, la edad del sujeto y de sus habilidades de equilibrio^[79].

El equilibrio humano es una consecuencia del equilibrio evolutivo, cambiante y adaptativo, desde las especies inferiores hasta encontrar en las realidades del hombre una de sus mejores expresiones. Desde el punto de vista de la física clásica puede ser estudiado desde condiciones de indiferencia, inestabilidad y estabilidad.

El equilibrio, por ejemplo, es una capacidad funcional del organismo humano que transcurre por fases y/o etapas, que pueden ser descritas o analizadas desde el nacimiento de un sujeto^[40].

Que quiere decir el equilibrio?. El equilibrio es algo que adquirimos y del cual sólo somos conscientes del mismo cuando lo perdemos.

El equilibrio se puede plantear desde distintos puntos de vista, como es el psicológico, físico y fisiológico

Factores psicológicos que influyen en el equilibrio, aunque no vamos a entrar en ellos, ya que sobrepasa el objetivo de este estudio.

Desde el punto vista físico puede tener incidencia distintos factores como:

- Altura del Centro de Gravedad
- Dimensión de la base de sustentación
- Vertical del centro de gravedad, en relación a la base de sustentación
- Masa del cuerpo
- Adherencia
- Articulación de segmentos
- Tono muscular

A nivel físico, para que un cuerpo se encuentre en equilibrio estático han de verificarse tres condiciones^[80]:

1. La suma resultante de todas las fuerzas externas aplicadas al cuerpo ha de ser “cero” (primera Ley de Newton, o principio de Inercia);
2. La suma de todos los momentos externos aplicados al cuerpo ha de ser nula (primera Ley de Newton en el movimiento angular);
3. Todas las fuerzas internas han de asegurar el mantenimiento de la posición. Esto puede conseguirse mediante ajustes tónicos.

Por lo tanto, el primer criterio para que un cuerpo esté en equilibrio estático es que esté inmóvil. Pero requiere de un segundo criterio, que es que su línea de gravedad caiga dentro de la base de apoyo. (Ilustración 1)^[80].

Para mantenernos en equilibrio el sistema nervioso elabora millones de informaciones por segundo gracias a un complejo sistema de control que integra información visual, propioceptiva-táctil y vestibular^[81].

La habilidad para mantener una determinada postura implica:

- a) generación de una actividad muscular soportando el peso corporal contra la gravedad
- b) Control de los segmentos en relación con los demás segmentos
- c) control del cuerpo en relación con el entorno, en el cual el centro de masas debe mantenerse dentro de los límites de la base de soporte

Hay dos principios por los cuales el equilibrio se perturba:

- a) Una fuerza externa aplicada al cuerpo o la base de sustentación se mueve
- b) Una fuerza interna aplicada durante un movimiento auto-inducido

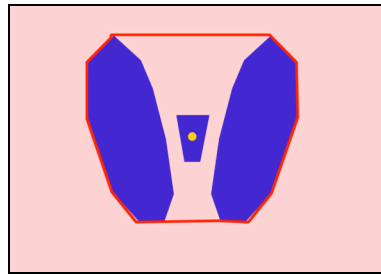


Ilustración 1. Base de apoyo en la actitud erguida. El punto indica la proyección del baricentro. En la parte externa del polígono de apoyo está la zona de equilibrio precario; al centro la zona de equilibrio óptimo; entre ambas, la zona de mantenimiento de equilibrio.

El ajuste corporal aparecerá después de la perturbación en respuesta a la fuerza externa.

El ajuste corporal aparecerá antes de la perturbación anticipándose al movimiento voluntario que perturba el equilibrio^[82].

En la naturaleza existen dos grandes tipos de equilibrio: el equilibrio estable y el equilibrio inestable.

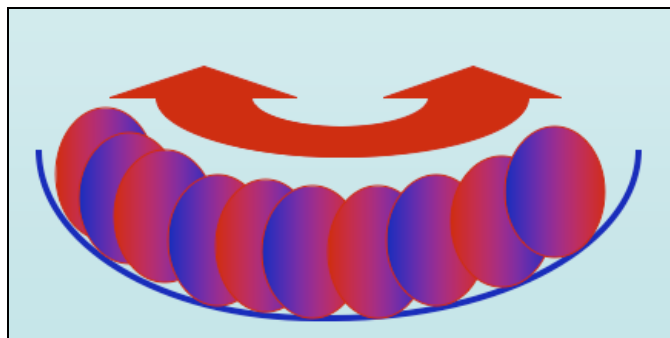


Ilustración 2. Ejemplo clásico de un equilibrio estable, donde a una bola, dentro de un cuenco, se le aplica una fuerza, desplazándola de su punto de equilibrio. Al dejar de aplicar esa fuerza, la bola volverá progresivamente a su posición inicial.

El *equilibrio estable* se aplica al de una bola en el fondo de un cuenco. Si le aplica cualquier tipo de fuerza que le separe de su posición, una vez anulada ésta, la bola volverá a su situación original ^(Ilustración 2).

El *equilibrio inestable* se plantea en el lápiz apoyándose sobre su punta. Si lo soltamos, se cae ^(Ilustración 3).



Ilustración 3. Ejemplo de apoyo inestable.

Palmisciano, va más allá hablando de *equilibrio indiferente*, cuando al cambiar el objeto de posición, permanece en esa nueva. O *equilibrio meta estable*, cuando vuelve a su posición inicial cuando se trata de desplazamientos muy limitados ^[80]

EL CONTROL DE LA SITUACION DE BIPEDESTACION

Por razones de simplificación, el comportamiento motor permitiendo el mantenimiento de la posición de bipedestación en los humanos se ha asimilado durante mucho tiempo a la de un péndulo invertido ^[63, 83] (Ilustración 4).

Esta simplificación prevé que los movimientos del cuerpo se realizan únicamente por rotaciones alrededor de la articulación de los tobillos, una rigidez extrema caracterizando los segmentos de los miembros inferiores y del tronco. Este modelo nos permite describir los movimientos de oscilación del cuerpo, particularmente en la dirección ántero-posterior.

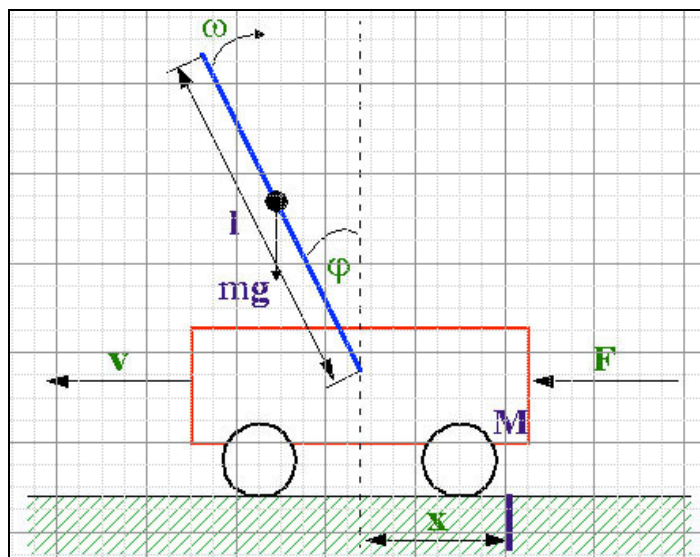


Ilustración 4. El control de un péndulo invertido constituye un ejemplo clásico en la literatura sobre control difuso. Existen distintas variantes de este problema. Básicamente se trata de mantener en la posición vertical una varilla móvil sujeta por su extremo inferior. El sistema es inestable ya que, por acción de la gravedad, la varilla tiende a salir de su posición de equilibrio para alcanzar una situación de menor energía. En la aplicación que describiremos a continuación la varilla se encuentra anclada en una carretilla que tiene la posibilidad de desplazarse con un grado de libertad mediante la acción de un motor que lo impulsa. La varilla puede girar dentro del mismo plano en que se desplaza la carretilla. El movimiento del carro provoca la aplicación de una fuerza de inercia sobre la varilla. Haciendo uso de dicha fuerza de inercia el objetivo de control es mantener la varilla en su punto de equilibrio inestable (posición vertical). Las variables necesarias para describir el comportamiento dinámico del péndulo invertido se muestran en la figura:

- x : Posición de la carretilla con respecto al origen de coordenadas.
- v : Velocidad lineal de la carretilla.
- ϕ : Ángulo que forma la varilla con la vertical.
- $\dot{\phi}$: Velocidad angular de la varilla.
- F : Fuerza de empuje suministrada por el motor.

La dinámica del sistema viene condicionada además por los siguientes parámetros:

- l : Longitud de la varilla.
- m : Masa de la varilla.
- M : Masa de la carretilla.
- g : Aceleración de la gravedad.

Según viene descrito en los libros de física, la conservación del equilibrio supone la proyección vertical del centro de gravedad y se proyecta en el interior de la base de sustentación, es decir en la superficie delimitada por los apoyos en contacto con el suelo. En el caso que nos interesa, el equilibrio llamado inestable, o si una velocidad horizontal se proyecta sobre el centro de gravedad, hará falta que una fuerza interna ejerza sobre esta última para devolverla a una posición compatible con el equilibrio. Se adivina aquí que sólo el principio activo, es decir la contracción muscular, permitirá a la persona en bipedestación, conservar este estado de equilibrio.

De una forma general, la señal estudiada más frecuentemente en posturología se calcula mediante una plataforma de fuerza. Se trata, en efecto de la trayectoria de los centros de presión (CP) que corresponden al punto de aplicación de la resultante de las fuerzas ejercidas por el sujeto a nivel de sus apoyos.

La medición del Centro de Presiones es reproducible y ha sido validado en la literatura para valorar el equilibrio en bipedestación. Sin embargo la literatura no aporta técnicas suficientemente sensibles como para discriminar entre dos grupos de deportistas con equilibrio excelente en bipedestación^[15].

Esta señal traduce la intensidad del par de fuerzas resultante que se aplican a nivel de los tobillos. Sus movimientos están directamente ligados a la actividad muscular y por tanto dependen de las aceleraciones segmentarias^[54, 84].

Una forma imaginaria de expresar el problema de la posición de bipedestación es la de asimilar a la tarea que consiste en mantener verticalmente un rastrillo en el reverso de la extremidad de un dedo. En este modelo, el CP corresponde a los desplazamientos del dedo.

La incapacidad evidente de mantener el objeto del equilibrio se explica por su inercia. De este hecho, los movimientos realizados por el dedo no pueden repercutirse más que parcialmente por los del rastrillo. En relación a la bipedestación, se aprecia que la proyección vertical del Centro de Gravedad (CG) no puede seguir totalmente al CP. Se sigue por consiguiente, que a la excepción de instantes transitorios, el CG no se proyecta sobre el CP, aparece un diferencial entre CP y CG, lo que determina una aceleración horizontal del CG (Ilustración 5).

Lo que se puede percibir como una desventaja, en realidad es el medio por el cual iniciamos los desplazamientos del cuerpo. De hecho, si el CP y CG no pudieran disociarse, seríamos incapaces de comunicar aceleraciones horizontales a nuestro CG y, por tanto, movernos.

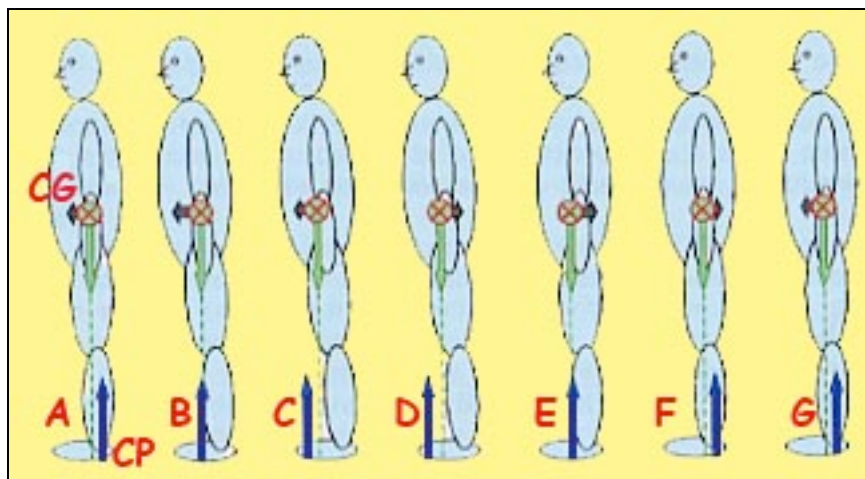


Ilustración 5. En un instante dado (A), el punto de aplicación del CP (flecha vertical azul situada a nivel de los pies) está situado detrás del CG (flecha verde que sale del CG partant du CG). La diferencia entre estos dos vectores determina la aceleración horizontal comunicada al CG, y por tanto su velocidad horizontal (flecha horizontal que sale del CG). En el caso presente, la diferencia CP-CG va a inducir en los momentos siguientes un aumento de la velocidad instantánea. Esta será máxima hasta el momento donde la diferencia CP-CG va a ser nula. (B). A partir de ahí, la aceleración se invierte, la velocidad del CG va disminuir. (C) e incluso terminar por invertirse (D). El CG al desplazarse en sentido opuesto va a provocar una nueva aceleración del CG. El control de su trayectoria va a pasar por un desplazamiento de la izquierda hacia la derecha del CP. Como en (B), la velocidad máxima del CG se obtendrá cuando el CP y el CG se confundan. (E). El CP volviéndose hacia atrás del CG. (F). la velocidad de este último va a disminuir progresivamente hasta invertirse nuevamente lo que reemplaza el CP y CG hasta posiciones similares a (A). Estos movimientos aquí descritos según la dirección ántero-posterior son, evidentemente, de la misma naturaleza en la dirección medio-lateral.^[85]

Un análisis detallado de las tareas a las cuales se asigna este CP muestra de hecho dos funciones esenciales:

- Asegurar por sus desplazamientos, los del CG
- Atraer, cada vez que sea necesario, el CP y por tanto el CG en una zona bien particular.

El esquema antes citado precisa la relación que mantienen el CP y el CG: se aprecia que los movimientos del CG están totalmente controlados por el CP.

Partiendo de funciones distintas, parece que valorar la performance postural del paciente a partir de una trayectoria compleja como las de los centros de presión no ser puede más que un interés importante limitado por esta performance postural. En efecto, si nos referimos, a título de ejemplo al parámetro de la superficie, nos podemos dar cuenta que un aumento de la superficie del CP puede resultar de los movimientos más importantes del CG y/o del CP-CG (Ilustración 6).

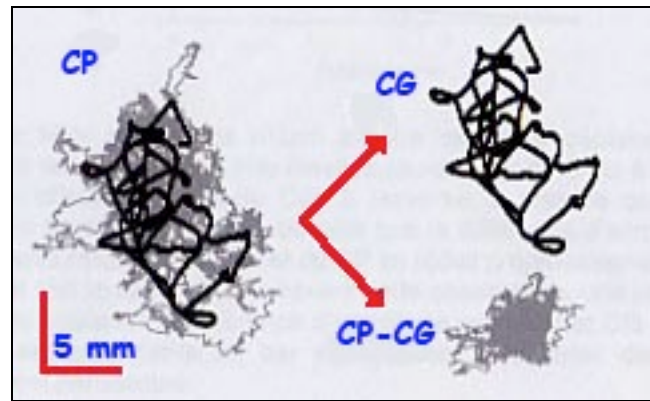


Ilustración 6. Ejemplo de amplitud entre los desplazamientos del CG y los del CP en función de la frecuencia de oscilación

En el primer caso, es una incapacidad relativa del paciente a colocarse en el menor tiempo posible y a controlar el proceso de corrección. En el segundo caso, sería la activación de los músculos implicados en el mantenimiento de la bipedestación.

Hace falta comprender bien que la conservación permanente del equilibrio, si supone una proyección vertical del CG sobre el interior de la superficie de sustentación, no obliga en nada su mantenimiento en una determinada zona de esta superficie.

La disminución de los desplazamientos del centro de presión clásicamente observados a través de un protocolo feedback visual inicialmente resulta en una reducción de los movimientos del centro de gravedad y un aumento de la diferencia entre los movimientos del centro de presión y los del centro de gravedad, sugiriendo un aumento de la actividad muscular^[86].

De forma sorprendente, se constata en todos los sujetos probados en este tipo de protocolo una constancia de esta posición (distancia media entre el pie izquierdo y el derecho, significando que el peso se soporta equitativamente por los dos apoyos y entre 20 y 50 mm por delante de la articulación de los tobillos). Esta última información traduce el hecho que el mantenimiento de la bipedestación cuenta antes que nada con la contribución de los músculos de la pantorrilla, extensores de los tobillos, compuestos principalmente por el tríceps sural (gastronemio y soleo)

Un estudio llevado a cabo por Okada^[87] a permitido mostrar que el mantenimiento de una postura ortostática se traduce por una actividad continua del músculo soleo (con un nivel correspondiente a menos del 10% de la fuerza

máxima voluntaria) y, según las circunstancias, de una actividad del gastronemio externo. Hace falta mencionar el carácter persistente de esta posición preferencial. Tal y como lo han reflejado Gurfinkel^[88, 89], si llegamos a desplazar esta posición preferencial, gracias en particular a un subterfugio basado en oscilaciones vibradoras, otorgando sensación de desplazamiento, los sujetos evaluados vuelven a su posición original una vez que cesa la perturbación postural.

Tal y como se ha dicho, la función principal del CP consiste en asegurar los desplazamientos pasivos del CG. Este último, definido como el estado del baricentro de los centros de masas de los diferentes segmentos que componen el cuerpo, constituye en realidad la variable, principalmente controlada por el SNC en materia de equilibrio. Esta variable puede calcularse de diferentes formas:

1. Por de pronto, una de las leyes de la dinámica nos enseña que la aceleración comunicada a un sólido depende de la relación del resultado de las fuerzas externas que se aplican por su masa. Mediante una plataforma tridimensional, es, a priori, posible medir las componentes horizontales de las fuerzas ejercidas por el sujeto y conociendo la masa de este último, calcular instante por instante la aceleración comunicada al CG. Este principio de la dinámica inversa está normalmente utilizado en los protocolos experimentales poniendo en funcionamiento perturbaciones de mayores amplitudes que las del mantenimiento de la bipedestación.

Utilizado en el contexto que nos interesa aquí, este principio no sería más que de poca utilidad en la medida en que el resultado Señal /ruido para este tipo de movimiento es tan débil que ofrece una doble integración de esta aceleración inexplorable.

2. Una segunda posibilidad se basa en la utilización de marcadores de posición colocados en distintas zonas anatómicas del sujeto. Gracias a un sistema de análisis automático del movimiento y a tablas antropométricas, es posible determinar en cada instante la posición de los centros de las masas segmentarias y por lo tanto del CG del

sujeto^[90]. Este método está ligado a la adecuación antropométrica del sujeto con la norma figurante en las tablas y necesita de una preparación de los sujetos.

3. Un tercer método, descrito inicialmente por Brenière^[91] en el cuadro de protocolos “dinámicos” (marcha sobre el sitio o iniciación del paso), posteriormente ampliado por Caron y col^[6] en la bipedestación, permite determinar la trayectoria del CG a partir del CP, esto de manera sencilla, ya que es suficiente una plataforma de fuerza compuesta de captadores verticales. El postulado de salida es que el sujeto en bipedestación se comporta como un péndulo inverso. Tal como se ha precisado, esto significa que los únicos movimientos posibles se realizan por el juego de la articulación de los tobillos, lo que implica un movimiento de inercia más o menos constante.

En este caso, es posible establecer un resultado de amplitud entre los desplazamientos del CG y los del CP en función de la frecuencia de oscilación. Es esta relación frecuencial en donde se encuentra representada por la figura (Ilustración 7).

El filtro utilizado muestra que desplazamientos del CP realizados a frecuencias demasiado elevadas (mayores de 3 Hz más o menos) tienen pocos efectos sobre las del CG. Por el contrario, a medida que la frecuencia de oscilación tiende hacia cero Hz, se aprecia que la diferencia de amplitud entre los desplazamientos respectivos del CG y del CP se reduce progresivamente.

Aquí vemos aparecer, a través de esta observación, una segunda variable del control postural: la diferencia de amplitud entre el CP y el CG (CP –CG). Esta última es importante aquí, ya que permite aportar informaciones extremadamente pertinentes:

1. El nivel de amplitud media del espectro de CP-CG permite apreciar el nivel de activación muscular resultante de los sujetos. En efecto, tal y como propone Henneman y col^[92] a través del principio de reclutamiento de las unidades motrices (UM) por talla, el incremento de la fuerza muscular se acompaña de un reclutamiento suplementario de UM teniendo

características de velocidad de contracción y de potencia cada vez más importantes. La puesta en marcha de esas UM va a conducir de forma instantánea a desplazamientos del CP más rápidos y por consiguiente de mayores frecuencias. Como indica la relación de amplitud CG/CP, estos efectos sobre el movimiento del CG van a ser menos importantes que los de CP-CG, que van a ver crecer sus amplitudes. Por lo tanto vamos a poder estimar de forma legítima que la amplitud de las diferencias CP-CG depende del nivel de activación muscular resultante.

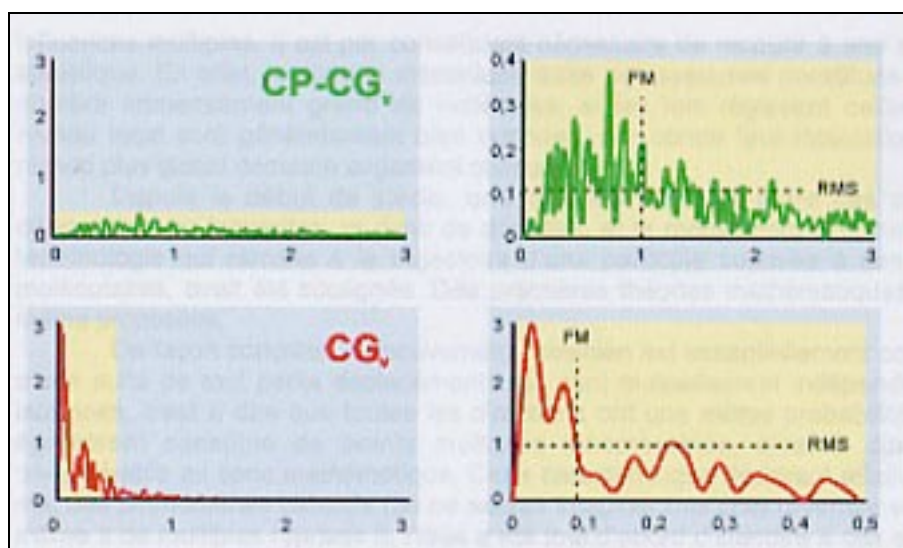


Ilustración 7. Ejemplo de amplitud entre los desplazamientos del Centro de Gravedad y del Centro de Presiones en función de la frecuencia de oscilación. Estabilograma.

2. La distribución frecuencial del espectro de CP-CG permite apreciar el nivel de rigidez de los tobillos. Según Winter^[90] y Caron^[6], existe una constante cercana (el movimiento de inercia del cuerpo) una relación entre la frecuencia de los movimientos de CP-CG y la rigidez articular resultante. Cuanto más se desplacen las amplitudes del espectro de CP-CG hacia las altas frecuencias, mayores serán las rigideces.
3. El nivel de amplitud media del espectro CP-CG permite determinar la amplitud de la aceleración horizontal comunicada al CG. Este punto ha sido demostrado por Brenière^[93, 94], a partir de tareas dinámicas, tales como la iniciación del paso. En la aplicación de lo que aquí nos interesa, esta

información nos va a permitir conocer las condiciones iniciales a partir de las cuales los movimientos del CG van a poder corregirse por el SNC.

Por la lectura de estas informaciones, se podría adivinar que el objetivo número uno de los sujetos que buscan minimizar lo más posible sus oscilaciones posturales sería reduciendo su nivel de activación muscular al máximo, reduciendo las aceleraciones comunicadas al CG.

Sin embargo, por las propiedades antes comentadas (a las cuales hace falta añadir los ritmos cardiacos y pulmonares) no es posible de encontrar un CG perfectamente estabilizado. Por lo tanto es necesario que los mecanismos reguladores de origen neuro-psicológico pudieran compensar esta incapacidad e intervenir complementariamente, de forma en un primer momento para detectar estas oscilaciones perturbadoras para el equilibrio y posteriormente en un segundo momento, elaborar y colocar una corrección motriz apropiada.

Naturalmente estos mecanismos funcionan con el acoplamiento de percepción-acción y reposan por consiguiente sobre un determinado número de informaciones o entradas neuro-sensoriales.

ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL SISTEMA DEL EQUILIBRIO

El mantenimiento de una postura erecta requiere información de la visión, laberinto, propiocepción y sensores mecánicos plantares, y está basado en una interacción compleja entre las funciones vestibulares, visuales y propioceptivas ^{(Ilustración 8)[74, 95],[96],[97, 98]}. Información referente a los movimientos articulares y a sus posiciones proporcionadas por los mecano-receptores dérmicos, musculares, tendinosos, ligamentosos y articulares combinan con la entrada de los sistemas vestibulares y visuales para mantener el equilibrio^[99]. La propiocepción y el feedback neuro-muscular representa un factor importante en el mantenimiento de la estabilidad funcional de las articulaciones y en el manejo del equilibrio, la regulación del tono muscular y el control de los movimientos^[48, 100].

El reflejo vestíbulo espinal es de gran importancia en el mantenimiento del equilibrio. De ahí el interés en evaluarlo objetivamente en pacientes que sufren vértigo. Las aplicaciones de posturografía discutidas fundamentalmente

se aplican como diagnóstico de la patología vestibular central, planificación del tratamiento y monitorización de la evolución del paciente con vértigo^[101]



Ilustración 8. Esquema de equilibrio con los tres puntos de soporte del mismo

LAS AFERENCIAS NEUROSENSORIALES PUESTAS EN JUEGO

Tal y como explica Massion^[102], el mantenimiento de la posición de un segmento supone la existencia de dos elementos: un valor de referencia en relación a la cual el mantenimiento se realiza y un mecanismo de control que permite la estabilización propiamente dicha, la vista. La hipótesis formulada inicialmente, que consideraba el control de la posición de pie en el hombre como si se realizara por la tensión elástica pasiva de los tejidos no contráctiles, siendo rápidamente abandonados, en adelante unánimemente admitido que este control reposa sobre la toma en cuenta de un cierto número de informaciones. Una de las particularidades reside en el hecho de que el peso de estas entradas varía en función de la naturaleza de la tarea, aunque también, y es más reciente, de la especificidad y de la vivencia sensorial de los sujetos.

El organismo está generalmente informado de un desequilibrio a partir de varias familias de receptores o de entradas^[81, 97].

ENTRADA VISUAL

El movimiento, ya se activo o pasivo, produce en todos los casos efectos visuales correspondientes al desplazamiento de la imagen percibida sobre la retina. Se reconoce después de un cierto tiempo que las informaciones visuales juegan un papel primordial en la orientación y el equilibrio postural^[76, 97, 103-118]. Determinadas tareas posturales son, según Lee y Lishman^[119], imposibles de

realizar en ausencia de la visión en un sujeto normal. Gracias a distintas manipulaciones de esta entrada visual, es posible establecer que tipos de índices están particularmente más implicados en el control postural

Un primer elemento concierne las diferencias anatómicas y fisiológicas del receptor que es la retina. Se distingue, sobre ella una zona, situada en la parte central, presentando la particularidad de estar desprovisto de elementos nerviosos, la fovea o retina central (por oposición a la retina periférica). La retina central parece proporcionar, antes que nada, informaciones detalladas sobre la forma de los objetos fijados y sobre su movimiento relativos a su entorno. La visión periférica funcionaría en interacción estrecha con el sistema vestibular para dar información sobre los movimientos cefálicos y los movimientos del cuerpo relativos al entorno.

Varios estudios^[120, 121] han mostrado que el control ortostático está esencialmente controlado por la visión periférica a partir de índices estáticos (visión de posición y/o orientación) y dinámicos (visión del movimiento). Amblard y col^[114] precisaron posteriormente la existencia de dos componentes de la actividad postural: un mecanismo lento determinado a retener y tomar en consideración estos índices estáticos y uno más rápido destinado a mantener la posición^[122](Ilustración 9).

Así mismo se sugiere la existencia de dos formas de control visual del equilibrio lateral en el hombre, los cuales están separados en términos de rango de frecuencia del balanceo corporal: el primer mecanismo que opera por debajo de los 2 Hz y es estroboscópico-resistente, parece controlar la parte superior del cuerpo; el segundo mecanismo, que opera por encima de los 4 Hz, alrededor de los 7 Hz y es estroboscópico vulnerable, parece inmovilizar el cuerpo trabajando hacia arriba desde los pies^[114].

El papel preponderante de la visión sobre las otras entradas neuro-sensoriales ha sido mostrado en distintos estudios. En particular, gracias a la observación de un sujeto delaberrado sometido a un aclaramiento estroboscópico de frecuencia variable, observaron que este último, habiendo perdido el sentido de la posición a nivel de los pies, era incapaz de mantener la bipedestación en ausencia de los índices estáticos^[123].

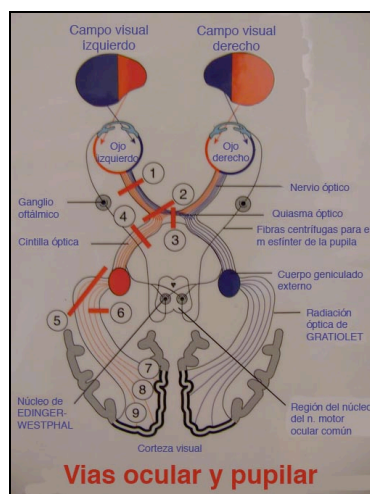


Ilustración 9. Vías oculares

En la continuidad, los trabajos de Lekhel y col^[124] indican que la visión es susceptible de modular, incluso anular, ciertas estrategias de movimientos multi-segmentarias coordinadas. Por otro lado, hay numerosos trabajos que ejecutan, de una variabilidad de la dependencia de las informaciones visuales en función de la edad^[109, 115, 116, 125, 126], del sexo^[109, 126-129] y de una práctica deportiva regular^[8, 109, 125, 126, 130-132]. En algunos casos, pudieron aparecer datos, posiblemente, algo contradictorios en algunas fases. Por ejemplo, en un estudio con bailarines clásicos, los varones de 14 años fueron, visualmente, menos dependientes que los de 11 años. Sin embargo, los de 18, aparecieron más dependientes visualmente^[133]. En este caso se atribuyó a la gran velocidad de crecimiento que se presenta en esta etapa de la vida, por lo que pudo distorsionar las referencias propioceptivas adquiridas y del esquema corporal^[16, 109, 125, 126, 131, 133].

Otros parámetros se revelan determinantes en el control postural ortostático. Bles^[134], y posteriormente Paulus^[121, 123, 135] mostraron que un paisaje visual distante de 5 metros permitía la toma en cuenta de suficientes índices visuales de movimiento para estabilizar la postura. Otro parámetro es la agudeza visual, ya que Paulus y cols^[121] aportaron que una disminución logarítmica de esta última determina un aumento lineal de inestabilidad postural, situación más marcada de delante atrás que lateralmente.

Por lo tanto, la propiocepción ligada a la motricidad ocular representa igualmente un elemento determinante en esta tarea. Los efectos sobre el control postural pueden ponerse en evidencia por estímulos vibratorios que tienen el poder, como sobre todo el músculo esquelético, de comunicar informaciones aferentes deformadas que en su momento determinan correcciones posturales inapropiadas^[136].

Uno de los índices a estudiar, con el objetivo de valorar la contribución visual o propioceptiva, es el Coeficiente de Romberg (QR)^[137]. Este generalmente es mayor de 1 (o 100 según los autores, dependiendo si se multiplica por 100 o no) si la persona tiende a que predomine en su equilibrio su sentido visual frente al propioceptivo. Individualmente se observa que este coeficiente también se incrementa con la edad. Esto apoya la idea de que con la edad los receptores comunes externos (piel, receptores térmicos...) disminuyen su efectividad con la edad pasando a depender su equilibrio más de su sistema visual y auditivo que del propioceptivo. Conocido es el deterioro que se produce en estos sistemas a lo largo de la vida y por lo tanto en retardar su evolución.

Este Cociente se calcula mediante los valores de superficie con ojos cerrados partido por los valores de superficie con los ojos abiertos y multiplicado por 100^[138].

$$QR = (S_{oc}/S_{oa}) \times 100$$

Tabla I. Valores normales del Cociente de Romberg

Cociente de Romberg	
Media	249
Límite Superior	112
Límite Inferior	677

ENTRADA VESTIBULAR (Ilustración 10)

Al otro lado del tímpano se encuentra el laberinto, serie de cavidades sinuosas, que tienen la función de registrar las aceleraciones/deceleraciones bruscas que sufre el encéfalo. Este sistema no actúa de una forma excesiva durante el día. Requiere de un umbral de activación alto, es decir que necesita

de una cierta velocidad de movimiento para estimularlo. Se activa si nos inclinamos bruscamente hacia los lados o ántero-posteriormente. Se solicita al laberinto para que estabilice la situación, aunque lo realiza de forma brusca y exagerada^[81, 98, 139].

El sistema vestibular está formado por una parte periférica y una parte central. El sistema vestibular periférico consta del órgano laberíntico y de la rama vestibular del VIII par craneal. El sistema vestibular central incluye los núcleos vestibulares protuberanciales y el complejo floclodular cerebeloso. El laberinto actúa como receptor de los movimientos de la cabeza. Los desplazamientos angulares (movimientos de rotación) son detectados por los canales semicirculares, mientras que los desplazamientos lineales y la gravedad son detectados por el utrículo y el sáculo^[140].

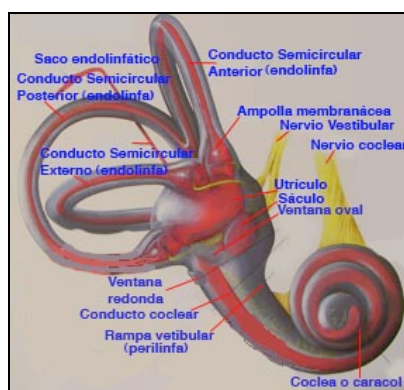


Ilustración 10. Laberinto, con sus distintas partes que participan en el equilibrio

El reflejo vestibulo espinal es de gran importancia en el mantenimiento del equilibrio. De ahí el interés en evaluarlo objetivamente en pacientes que sufren vértigo^[101].

Los receptores vestibulares están situados en el interior del laberinto del oído interno y están compuestos de dos estructuras: los otolitos, pequeñas partículas, están situadas en el utrículo y el sáculo y los canales semicirculares. Independientemente de cómo sean las condiciones, estáticas o dinámicas, estos receptores juegan un papel determinante en el equilibrio. Esto en particular a podido demostrarse a través de la adaptación engendrada por las estancias en microgravedad^[101].

El sistema otolítico es sensible a las aceleraciones lineales y a la de la pesantez en particular. El sáculo señala los movimientos verticales mientras que el utrículo señala los movimientos horizontales. De forma complementaria, el sistema de los canales semicirculares es sensible a las aceleraciones angulares. La posición relativa de los tres canales, en planos sensiblemente ortogonales unos con relación a los otros, permite esta detección independientemente de la dirección de la aceleración^[48, 74].

La detección de la información relativa a la aceleración se efectúa por el intermedio de células sensoriales ciliadas que, en condiciones de reposo, presentan una actividad tónica sostenida. Bajo el efecto de las aceleraciones, estos mecanorreceptores soportan una inclinación de hecho de la masa inercial endolinfática. Esta inclinación determina un aumento o disminución de esta frecuencia según la dirección de la aceleración. Es asimismo interesante apreciar que el mantenimiento de la aceleración no determina fenómeno de adaptación.

La determinación del umbral perceptivo de estos receptores ha sido el objetivo de varios trabajos. Algunos autores discuten la capacidad del sistema vestibular a informar sobre la orientación vertical del cuerpo en ausencia de movimiento. En particular Walsh^[141] estima que ninguno de los dos sistemas son lo suficientemente sensibles para intervenir en el control de la postura ortostática. Umbrales de 5 cm.s^{-2} para aceleraciones lineales y de $0,15^\circ.\text{s}^{-2}$ para aceleraciones angulares, se aprecian en la literatura.

Ya Winter y col^[90] calcularon las aceleraciones cefálicas engendradas por el mantenimiento de la postura ortostática y han encontrado intervalos de 1,6 a 1,8 cm.s^{-2} para la dirección AP y de 1,0 a 1,2 cm.s^{-2} para ML, confirmando el papel supuesto de estos receptores en el mantenimiento de la posición de pie.

ENTRADA TACTIL

Las sensaciones táctiles resultan de una estimulación de los receptores cutáneos. Se distingue generalmente un tacto grosero (percepción de algo pero que la localización, la forma o la textura se determinan de forma dificultosa). Varios receptores están de hecho discriminados en estas sensaciones. Una división en dos grupos puede efectuarse: los que se adaptan lentamente

respondiendo de forma constante a un estímulo constante y los que se adaptan rápidamente no respondiendo a la puesta en juego de la estimulación^[48, 74].

La piel posee dos tipos de mecanorreceptores de adaptación rápida, cada uno teniendo una morfología particular: los Corpúsculos de Meissner y de Pacini. Los primeros se encuentran superficialmente a nivel de la dermis mientras que los segundos se sitúan de forma más profunda. La estructura particular de los corpúsculos de Pacini determina en estos últimas propiedades de adaptación rápidas de los potenciales de recepción.

Este tipo de piel, asimismo posee dos tipos de mecanorreceptores de adaptación lenta, el receptor de Merkel que es superficial y el corpúsculo de Ruffini que se localiza más profundamente. Las dimensiones de los campos de recepción de los distintos tipos de mecanorreceptores varían. De una forma general, los receptores de Merkel y los corpúsculos de Meissner se caracterizan por campos de recepción más pequeños que los corpúsculos de Pacini y de Ruffini. Los mecanorreceptores dotados de pequeños campos de recepción permiten una discriminación espacial mejor^(Ilustración 11).

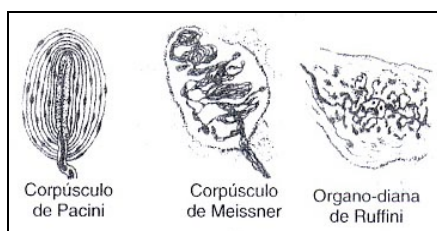


Ilustración 11. Corpúsculos donde se localizan los mecanorreceptores

Aunque la densidad de los receptores sea más débil que a nivel de la mano, distintos estudios basados en una anestesia de las huellas plantares por el frío^[135, 142, 143] sugieren que las aferencias plantares pueden jugar un papel nada desdeñable en el mantenimiento de la postura ortostática. Estas informaciones pueden, sin embargo volverse preponderantes en caso de conflicto sensorial frente a otras informaciones visuales o vestibulares.

Una vez que se transmite las sensaciones a través de las terminaciones nerviosas, relacionadas con los distintos mecanorreceptores, entran en la médula espinal por las raíces dorsales de los nervios espinales, en donde las grandes fibras mielinizadas de los mecanorreceptores especializados se dividen casi inmediatamente para formar una rama medial no interna y una

rama lateral, como corresponde a la fibra de la raíz espinal del lado derecho según refleja la (Ilustración 12)[81].

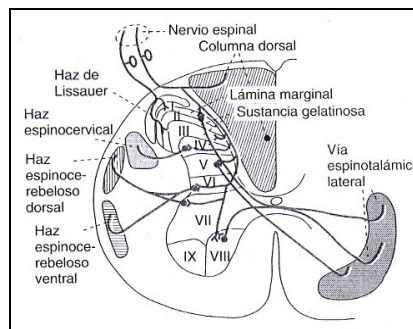


Ilustración 12. *Haces nerviosos transmisores de las señales.*

ENTRADA PROPIOCEPTIVA

El concepto de la propiocepción ha evolucionado a lo largo del tiempo. Al inicio del siglo XX, Sherrington^[144-147] hablaba de dos tipos de receptores distintos para explicar el equilibrio: aquellos encargados de recibir toda la información interna del cuerpo (los propioceptores) y de aquellos que nos informan del entorno (los telerreceptores). Para Sherrington los receptores de las articulaciones, tendones, músculos y laberintos eran, pues los propioceptores. Los estímulos visuales, auditivos, incluso olfativos y los que no están directamente en contacto con el cuerpo, son los teleceptores. A lo largo de los años los distintos autores han recogido este concepto atribuyendo a la palabra “propiocepción” de significados, en ocasiones contradictorios. Según el profesor Riva, se establece la diferenciación entre la arqueo-propiocepción, es decir el componente reflejo de la estabilización muscular que utiliza las fibras nerviosas rápidas y potentes (80-120 m/s) y la propio-percepción que implica una toma de conciencia del movimiento y del posicionamiento del cuerpo en el espacio^[74]. Resalta que este componente consciente del movimiento ejerce una influencia sobre el equilibrio y sobre lo que se podría llamar la inteligencia del gesto. Es decir, no controlamos el gesto en el momento de su realización, sino que se efectúa de forma natural. Se estima que sólo una información muy pequeña pasa por el filtro de la conciencia, posiblemente para no enturbiar el cerebro con datos inútiles. Por otro lado, el ser humano puede escoger estrategias posturales sobre la base de informaciones sensitivas que circulan

de forma relativamente lenta por el organismo (0,5-2 m/s en las fibras amielínicas y entre 4-9 en las mielínicas)^[74](Ilustración 13) .

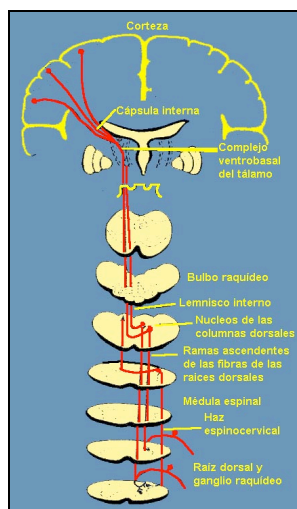


Ilustración 13. Esquema del recorrido de los haces nerviosos.

Cuando nos pinchamos en un dedo con una aguja, el dolor puede tardar unas décimas de segundo antes de llegar al cerebro. El acoplamiento de estos dos sistemas se muestra extraordinariamente performante. Uno reacciona ante las urgencias; el otro en las orientaciones. Este sistema propioceptivo representa, por tanto la inteligencia del cuerpo con “antenas” en cada región. Los músculos y tendones contienen efectivamente mecanorreceptores que traducen en señales eléctricas las mínimas deformaciones mecánicas que padecen. La piel también registra las más sutiles variaciones de presiones, a partir de la cuales se organiza toda la estática corporal. No presta mucha atención pero es quizás el órgano propioceptivo más importante. La amputación de una oreja, por ejemplo, plantea problemas de equilibrio que sobrepasan en mucho su acción específica en la locomoción. Se encuentra el mismo fenómeno a nivel de las manos. Nos extrañamos en ocasiones que una pequeña lesión en un dedo sea suficiente para desorganizar todo. Pero es normal^[74].

En el momento actual el concepto de propiocepción lleva componentes conscientes e inconscientes.

Componente Inconsciente: está en la base de los reflejos propioceptivos estabilizadores indispensables para asegurar la estabilidad funcional estática y dinámica de las articulaciones. Cuando una articulación se

coloca bajo una carga mecánica los reflejos estabilizadores musculares están de hecho activados a un nivel espinal. Para entender mejor la importancia de este componente inconsciente de la propiocepción es suficiente tener en mente que entre las señales que nacen de los músculos y articulaciones, aproximadamente sólo sale una de los millones de procesos para obtener el nivel consciente. Es por lo tanto fácil de entender como el control refinado de la regulación postural y de todos los movimientos, no sólo reflejos sino también automáticos y voluntarios se controlan a un nivel inconsciente.

Componente Consciente: en el momento actual la mayoría de los autores definen el componente consciente de la propiocepción como una variación especializada de la modalidad sensorial de "tocar" que incluye:

- Sentido de la posición articular
- Sentido del movimiento articular (kinestesia)

El flujo de señales derivando de los mecano-receptores periféricos, los receptores visual y vestibular están integrados y elaborados a distintos niveles del Sistema Nervioso Central para generar una respuesta motora. Los tres niveles principales de elaboración y control son: espinales, reflejos, actividad tronco encefálico y programa cognitivo

En el momento actual se cree que la sensibilidad propioceptiva tiene orígenes desde la integración de las señales derivadas de los receptores articulares, musculares y de la piel, en especial de la piel que cubre las articulaciones.

Los mecanorreceptores transmiten una deformación mecánica en señales eléctricas a frecuencia de modulación y las transmiten al centro nervioso a través de las fibras nerviosas de alta velocidad de conducción. Un incremento del estímulo deformante se codifica con un incremento de la frecuencia de descarga y con un incremento del número de los receptores implicados^[48].

El conocimiento de la posición del cuerpo en el espacio supone, además la integración de un esquema corporal egocéntrico por el sesgo de las entradas visual y propioceptiva, éste de un referencial exocéntrico. Esto se realiza mediante el sistema ósteo-muscular-cutáneo que informa de su estado

funcional permanentemente al SNC, a través del sesgo de los mensajes aferentes de los músculos, tendones, ligamentos, cápsulas articulares y de la piel^[107].

Los receptores del músculo esquelético son los husos neuromusculares. Es gracias a ellos que el mantenimiento de la actividad tónica, por vía refleja, es posible. De hecho están constituidas por fibras intrafusales, dispuestas de forma paralela a las extrafusales. Generalmente se ponen en evidencia: fibras “dinámicas” “en bolsa” y “estáticas” y “dinámicas” en cadena. Se denominan fibras intrafusales en bolsa por su disposición de los núcleos en un abultamiento situado en el centro de la bolsa. Se evidencian dos tipos de terminaciones: a) las terminaciones anulo-espirales o primarias que son sensibles, de forma simultánea, a la longitud de la fibra muscular y a la velocidad de elongación; y b) las terminaciones secundarias, que codifican, antes que nada la longitud muscular y, en menor medida, la velocidad. Esta doble sensibilidad de los receptores se explica por su doble origen de las fibras “en bolsa” y en cadena^[48, 74, 148]. Aunque la distribución proteica varía en función de la zona, las técnicas histoquímicas permiten distinguir entre ambos tipos de fibras en bolsa: la miosina de las tipo II es similar a la de las fibras extrafusales de contracción lenta, mientras las tipo I se parecen a las de contracción rápida. Las fibras intrafusales en cadena son células de mucho menor tamaño en las que los núcleos se disponen en línea, por lo que no presenta ningún abultamiento y en la zona central hay un gran desarrollo de miofibrillas y de mitocondrias. A diferencia de las anteriores, las células en cadena tienen un gran desarrollo del retículo sarcoplasmático^[148].

Por lo tanto, estos receptores presentan la particularidad de recibir una inervación motriz, compuesta por fibras eferentes alfa y gamma, estas últimas asegurando una inervación mixta intra y extrafusar.

Una particularidad engendrada por la postura de pie reside en la desaparición del reflejo miotático al estiramiento del músculo tríceps sural^[66]. Esto demuestra que las aferencias fusoriales no actúan a un nivel segmentario sino que ellas determinan por el contrario lo que llamamos el reflejo funcional de estiramiento supraespinal. Hay que dejar constancia que un simple apoyo

manual sobre un soporte tiene por efecto el hacer desaparecer este último en beneficio del reflejo miotático.

Hay otros mecanorreceptores implicados en la detección de informaciones propioceptivas. En particular, los órganos tendinosos de Golgi, situados en la unión músculo-tendinosa, son sensibles a la tensión ejercida por una elongación pasiva o una contracción activa de las fibras musculares. Su acción principal consiste en una influencia inhibitoria sobre las motoneuronas. Las informaciones aferentes de tipos b) , además de su implicación en la puesta en escena del reflejo miotático inverso (inhibición de las motoneuronas del músculo homónimo) permiten estimar el nivel de fuerza resultante de la contracción muscular. Podemos señalar que existe una relación lineal entre la frecuencia de descarga de este receptor y la fuerza muscular. Su participación en el control del movimiento es cada vez más evidente^[148].

Además de esta sensibilidad estática, se puede, igualmente apreciar una sensibilidad dinámica. Esta, en cualquier caso se presenta de forma mucho menor que la observada por las terminaciones fusoriales primarias. De su capacidad a detectar el nivel de fuerza muscular, estos receptores están potencialmente implicados en la detección de la posición de la proyección vertical del centro de gravedad. Una función excitatriz de estos receptores ha estado, en efecto, descrita en el marco de una locomoción ficticia sobre los músculos extensores de gatos espinales^[149, 150].

Los receptores articulares están situados en la cápsula articular y reagrupan los corpúsculos de Ruffini y los Pacini, estos últimos estando en menor número. Hace falta, igualmente, añadir los receptores de Golgi y las terminaciones libres de tejidos ligamentosos. Los corpúsculos de Ruffini poseen una sensibilidad, simultáneamente, estática y dinámica. Por lo general no están activos salvo en posiciones extremas de la articulación. Los corpúsculos de Pacini son sensibles a las deformaciones mecánicas y no son activos salvo en movimientos rápidos. Los receptores de Golgi, situados a nivel de los ligamentos articulares, son, esencialmente, receptores sensibles a las tensiones ligamentosas.

Según los trabajos de Puget y col^[151] se establece que la codificación de un ángulo articular dependería de la inclinación de los ángulos de activación propios a cada uno de los receptores. Sin embargo, la percepción angular se

debería, antes que nada, a los receptores musculares, no teniendo, en realidad, las aferencias de los receptores articulares un papel más que en posiciones extremas.

Tal y como explica Gagey, conviene observar la integración de la entrada podal mediante el Cociente Plantar (QP)^[138]. Es un cociente análogo al cociente de Romberg, para la entrada visual y se calcula mediante la relación de los valores de superficie del sujeto registrada sobre la esponja y los valores registrados sobre superficie dura.

$$QP = (Sm/Sd) \times 100$$

Sm = Valores sobre esponja

Sd = Valores sobre duro

En el individuo normal, todas las esponjas comportan una disminución de la estabilidad^[120, 143].

CONFLICTOS SENSORIALES

El papel preponderante de las informaciones visuales se ha puesto en evidencia por el sesgo de los protocolos experimentales neutralizando sus efectos tales como el desplazamiento del entorno acoplado con el del cuerpo^[152, 153] o aún más comunicando a los sujetos informaciones erróneas por habitación móvil^[119, 154].

Este papel mayor de la visión en el adulto parece ser una reminiscencia de la prevalencia visual observada en distintos estudios^[77, 153, 155-158] durante la infancia. La explicación adelantada por Lee^[119, 154] se basa en el hecho de que las únicas informaciones que permanecen invariables durante este periodo son las visuales mientras que las informaciones propioceptivas, dependientes de las modificaciones morfológicas ligadas al crecimiento, necesitan una recalibración permanente.

Los tests de estabilidad postural ha proporcionado alguna evidencia de una unión entre los déficits en destrezas motoras gruesas y el desarrollo de la dislexia^[159].

Por otro lado 1) según varios autores se observa que las entradas somatosensoriales son más informativas que las otolíticas para la percepción

de la orientación corporal y 2) la eficiencia de las entradas otolíticas y/o interoceptivas pueden incrementarse a través de un entrenamiento específico para compensar la carencia de las entradas somatosensoriales^[160].

LA RIGIDEZ MUSCULAR

Mecánicamente, la rigidez muscular se define a menudo por la relación entre los crecimientos de tensión y los de la relación del incremento de tensión con el incremento de la longitud ($\Delta T/\Delta L$). De hecho esta relación puede establecerse de diferentes maneras, ya sea en condiciones estáticas o dinámicas. Por lo tanto interesa distinguir entre una rigidez estática o dinámica. La estática es la relación de las variaciones de fuerza y de las longitudes medidas en condiciones estables. La dinámica puede, estimarse de dos formas: ya sea expresando la relación de las variaciones de fuerza y de longitud en condiciones transitorias, ya sea midiendo una rigidez instantánea (df/dx) correspondiente a las variaciones de la pendiente de la relación tensión-longitud.

El término de rigidez utilizado igualmente en el sentido más amplio haciendo referencia a la unión de la relación tensión-longitud. Las propiedades del músculo están por lo tanto asimiladas a las de un resorte de rigidez determinado constante. Esta aproximación no tiene en cuenta las características altamente dinámicas y no lineales del músculo. Numerosos estudios han demostrado que la rigidez muscular, además de las condiciones iniciales, dependían de la velocidad y de la amplitud de las variaciones de la longitud.

Sea lo que sea, el músculo se comporta como un resorte activo con rigidez constante se distingue generalmente en esta rigidez muscular varios componentes:

- La rigidez pasiva que da cuenta de las propiedades del tejido no contráctil (tendón, aponeurosis)
- La rigidez activa que depende del número de puentes de actina y miosina activos. Es, por lo tanto débil, para las contracciones débiles y fuerte para las contracciones fuertes.
- La rigidez ligada al servomecanismo.

En el último caso, el estiramiento de un músculo más allá de una longitud crítica (que varía en función del nivel de contracción) provoca la excitación de las fibras aferentes que por vía refleja, va a aumentar la intensidad de contracción. En efecto, si se suprime experimentalmente, este servomecanismo, uno se percata que la ganancia de este reflejo no es lineal. Esto significa que el nivel de contracción inicial del músculo determina la amplitud de la respuesta refleja: cuanto más importante es el nivel, más importante será la ganancia y viceversa. Gracias a este servo-mecanismo, la rigidez muscular será por lo tanto constante independientemente del nivel de contracción inicial.

El interés mayor para los músculos de presentar una rigidez constante independiente del nivel de contracción inicial reside, tal y como lo refleja Massion^[161], en la predicción por el SNC del efecto de las fuerzas externas sobre la longitud muscular y por consiguiente sobre el ángulo articular.

LA TRAYECTORIA DEL CENTRO DE PRESIONES.

El control postural y el manejo del desequilibrio, que es la capacidad para manejar situaciones de alta inestabilidad, cerca del punto en el cual más allá el equilibrio no es recuperable.

El mantenimiento estático de la postura requiere una contracción continua de los músculos antigravitatorios. En las posturas de pie y sentado, el trabajo de los músculos antigravitatorios se reduce al mínimo gracias al alineamiento vertical de los segmentos óseos, que permiten descargar, gracias al esqueleto una gran parte del peso corporal directamente sobre el suelo^[48, 74].

Sin la fuerza muscular el hombre no puede mantenerse de pie. Tiende a caerse. Esta continua situación de inestabilidad favorece un mayor dinamismo, como una estructura en un equilibrio inestable que puede ponerse más fácil en movimiento en relación a un equilibrio estable. En el hombre al igual que en muchos animales la movilidad en detrimento de la estabilidad es por tanto privilegiada^[74].

En el hombre, los más sofisticados mecanismos proporcionan un continuo reordenamiento de la situación postural tanto en la situación estática como en la dinámica^[48, 74].

La calidad del control postural se vuelve incluso más importante en las condiciones dinámicas cuando, otras fuerzas distintas a las de la gravedad, participan en poner a todo el cuerpo en movimiento ^[74].

Multiplicando los protocolos, llegaron a la conclusión de que ambos circuitos perdían progresivamente su tensión, pero que este deterioro era relativamente lento en relación a otros tejidos como el nervioso o el osteo-articular. Los problemas de equilibrio de las personas de la tercera edad nacerían como respuesta a una falta de comunicación entre los distintos sistemas (Ilustración 14) ^[74].

En el mundo animal también podemos establecer este tipo de distinción. El cocodrilo, gracias a sus anchas patas y orientadas lateralmente, mantiene una posición mucho más estable que la jirafa con sus largas y frágiles patas. Para los monos el proceso se vuelve mucho más complejo. Se sale fácilmente de la base de sustentación, lo que de hecho en términos de equilibrio se podría hablar de gestión de desequilibrios sucesivos. Una cosa que los niños descubren en el desarrollo de una actividad consistente en correr en distintas direcciones y al toque de silbato pararse en seco. Cuanto más desplazamientos realiza, más inestable se siente en la inmovilidad.

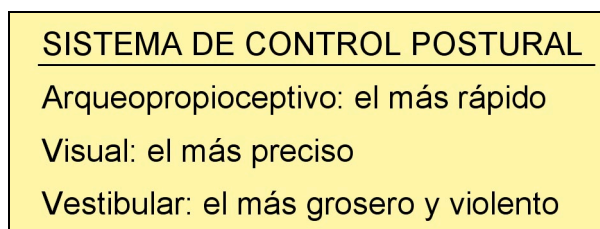


Ilustración 14. Sistema de control postural

Para los humanos el equilibrio es, desgraciadamente, una situación a la que estamos condenados con el tiempo. Las personas de edad temen desequilibrarse fuera de los puntos de apoyo. Se desplazan arrastrando los pies para no perder nunca el contacto con el suelo. Los distintos investigadores tratan de encontrar la causa de este deterioro progresivo de la propiocepción.

La estabilidad incrementada de las extremidades inferiores, en las personas mayores, viene marcada por la reducción de la velocidad y cadencia en la marcha. Incrementos concomitantes en la estabilidad de la cabeza fueron relacionados con las tareas visuales^[162]. El incremento de la estabilidad puede

servir como un mecanismo preventivo para evitar las caídas. Incluso, la visión facilita la estabilización de la cabeza para los individuos mayores que ven reducidos otros sistemas necesarios para el equilibrio dinámico^[106]. La visión mantiene su importancia en el control postural mientras que la conducción y la integración central se vuelve menos eficiente con la edad^[104, 163].

Desde el punto de vista de las realidades físicas, en el mundo actual, de los paseos espaciales, oscilaciones y controles neurofuncionales, visuales y vestibulares del hombre, sitúan al equilibrio dentro de un campo relativamente poco profundizado y subestimado dentro del mundo deportivo.

Investigaciones realizadas por cosmonautas rusos y cubanos^[164-166] demuestran que las estimulaciones plantares en las condiciones de ingravidez, provocan reacciones senso-motoras plantares, muy semejantes a las que habitualmente se desarrollan en los movimientos locomotores de los procesos de la marcha terrestre humana^[167].

Cuando un cuerpo se inclina hacia adelante, o bien llevamos los brazos o el busto hacia atrás (es decir en el sentido opuesto a la caída) o se desplaza un pie hacia delante (en el mismo sentido del desequilibrio), o también se puede ejercer una mayor presión hacia el suelo. En general la recuperación del equilibrio del cuerpo humano es a base de colocar posiciones que reducen las resultantes de las fuerzas generadas y su “momento” con respecto a un punto genérico a través de un desplazamiento del baricentro. Es decir que en el caso de que sufra un empuje horizontal o un desplazamiento, lo que hay que desplazar primero son las partes más cercanas al suelo, produciéndose una onda que se inicia en la parte más distal del cuerpo y termina en la parte más proximal^[167].

Hay tres tipos de movimientos que son activos en el restablecimiento del equilibrio:

1. Compensatorios, que impiden la salida del baricentro de la zona del equilibrio óptimo o zona de mantenimiento,
2. Amortiguadores, que ralentizan las fuerzas perturbadoras, reduciendo su efecto

3. Restablecedores o de restablecimiento que hacen volver el baricentro desde la zona de equilibrio precario a la zona de mantenimiento del equilibrio o incluso a la zona de equilibrio óptimo.

En el caso del equilibrio dinámico las condiciones son equivalentes a las existentes en el estático, además de otra condición que establece que todas las fuerzas internas han de asegurar el mantenimiento de las posiciones balanceadas funcionales al movimiento^[167]. Es necesario que se produzca un proceso de inestabilidad para que haya traslación. En los deportes en general la posición de espera se produce con las piernas flexionadas

Los ojos en la vida cotidiana nos guían constantemente en la exploración de nuestro entorno. Son casi infatigables. Con más de 100.000 movimientos diarios, los pequeños músculos que dirigen las órbitas son los más activos de todo el organismo. En la escala de los miembros inferiores haría falta correr 80 km para producir un esfuerzo equivalente. En el flujo de informaciones visuales, algunas acceden directamente a la conciencia, como las producidas al leer un artículo. Otras son producidas por los centros del equilibrio para las orientaciones de base de un control postural determinado a partir del descubrimiento de la gravedad. Es la razón por la cual, estamos tan perturbados en la presencia de un muro inclinado. En este momento todas las referencias verticales están deformadas. El ojo reseña por tanto una situación que tanto el oído como la propiocepción no reconocen. Este sencillo desacuerdo entre los distintos sistemas de equilibrio es suficiente para provocar vértigos, náuseas y otros dolores de cabeza característicos del famoso “mal de mar”. Los ojos también nos reseñan sobre los movimientos de la cabeza. Nos servimos fijando una imagen. En cuanto la cabeza se mueve, aunque sea imperceptiblemente, la imagen se desplaza sobre la retina y se activa la regulación postural para colocarla en la posición inicial. Es así como cuando se encuentra en bipedestación las oscilaciones de la parte más alta del cráneo no se desplazan más que unos milímetros. Pero si se le pide al sujeto cerrar los ojos y mantenerse sobre un solo pie los movimientos se miden en centímetros, incluso en decenas de centímetros. El ejercicio se vuelve incluso difícil. Privado de la vista, nos encontramos obligados a utilizar las informaciones provenientes del oído interno.

Parece que, mientras la visión puede dominar en otros sentidos, la habilidad para utilizar la visión normal para reducir el balanceo postural puede ser relativamente inmaduro en niños^[109, 156]. Una explicación para las magnitudes mayores del balanceo y la irrelevancia de la información visual en algunos niños, cuando se comparan con los adultos, es que pueden diferir en su habilidad para fijar visualmente una tarea cercana^{[109, 126],[109, 168]}. El estudio de Lee^[119, 154] demostraba que los adultos pueden utilizar una tarea visual cercana para reducir el balanceo postural. Otros autores han utilizado una tarea visual para probar la estabilidad postural de niños de 6 a 10 años y encontró que los niños de estas edades no pueden utilizar la tarea visual cercana para estabilizarse en el plano A-P^[79, 109, 156, 162, 169, 170].

Ambas edades eran capaces de utilizarlo en el caso del balanceo lateral cuando los pies tenían el ancho de los hombros^[109]. Distintos autores sugieren que en el plano A-P, los niños son menos capaces para utilizar la información propioceptiva visual para reducir el balanceo. Una hipótesis alternativa es que los niños pueden ser menos hábiles para fijar visualmente. En resumen, hay dos posibles explicaciones de por qué los niños utilizan peor la información visual para reducir el balanceo A-P. (a). una inhabilidad para fijar visualmente puede entorpecer propiocepción visual y por lo tanto limita la utilidad de una tarea visual y (b) los jóvenes pueden no ser capaces para utilizar la información derivada de una fijación visual para reducir el balanceo postural. También, en contraste con los adultos, la aparición del balanceo en niños a estas frecuencias, no se relaciona, necesariamente, con alguna patología^[109, 125, 126].

Los adultos pueden utilizar una tarea visual para reducir el balanceo postural de la bipedestación^[119, 154]. Pequeñas oscilaciones corporales, que producen cambios sobre la superficie retiniana, pueden contribuir a la propiocepción visual, que es, la percepción inducida visual o automoción, según explica Gauchard^[171]. El "patrón de flujo óptico" de la visión periférica ofrece una información propioceptiva acerca de la cantidad y la dirección del balanceo^[171]. Realizando ajustes posturales para minimizar los movimientos de las imágenes visuales, el sujeto puede reducir el balanceo postural. La proximidad de las tareas visuales afecta la magnitud del cambio sobre la superficie retiniana producida por el balanceo postural. De este modo, una

tarea cercana tiene el potencial para ser mas eficaz en reducir el balanceo postural que una tarea a cierta distancia. Así mismo los cambios en la imagen retiniana en el balanceo lateral es mayor que los de los ántero-posteriores. Por esta razón, la efectividad de la tarea visual puede ser mayor en el balanceo lateral^[109].

Puede haber efectos diferenciales de la visión central o periférica sobre la estabilización postural. Sin embargo se presentan discrepancias en los resultados. Para entender estas discrepancias es importante remarcar que la visión periférica es observada como el área que rodea a una zona elíptica de la visión central.

Paulus y cols,^[121, 123] sugieren que el área central del campo visual, más que la retina periférica, domina el control postural. Incluso, indican que el efecto de estabilización de sólo 30° de visión central es groseramente equivalente a la proporcionada por toda la visión periférica con el mismo grado de visión del 30° ocluido. A pesar de que los autores subestimaron el papel de la visión foveal^[118], ven ahora que es un potente contribuyente al balanceo lateral, en particular^[121, 123]

Por el contrario, Delorme y Martin, en un estudio que exponía a adultos a un movimiento visual tanto en los campos centrales como en los periféricos tanto en el fondo como en primer plano, encontró efectos significativos de visión periférica. Tanto la profundidad periférica con la retiniana jugaron un papel en la regulación de la postura^[172].

En resumen, parece que la visión central y periférica tienen distintas ventajas y limitaciones para utilizar la regulación postural. Según las tareas presentadas -estática frente a dinámica, en visión fónica frente a central, frente a periférica, en fondo como en primer plano- todas influyen sobre la regulación del balanceo de lo que se llama propiocepción visual^[109].

Estudios recientes confirman la dependencia del sistema visual de todos los deportistas, independientemente de sus disciplinas^[173].

Los estudios con plataformas móviles realizados por Woolacott^[116], sugiere que, en niños, la visión domina a los parámetros vestibulares y propioceptivos en condiciones visuales normales. Inicialmente, parece

paradójico que, sin visión, encuentran respuestas posturales similares a las de los adultos, obtenidas en 2 a 3 y 4 a 6 años de edad, presumiblemente estimuladas por sensores vestibular o propioceptivo^[109]. Los autores sugieren que las funciones vestibulares y/o propioceptivas son adecuadas para activar las respuestas en esta edad pero dominadas por el menor desarrollo del sistema visual^[109]. Esta sugerencia es consistente con los hallazgos en que los niños no se balancean más con los ojos cerrados que con los ojos abiertos, comparados con niños mayores y adultos. Incluso, a menudo se balancean más con los ojos abiertos^[125, 126, 174]. Para los niños menores de 10 años, los varones se balanceaban más que las niñas. La amplitud del balanceo disminuye con la edad en los niños, pero no en las niñas. La disminución de dicho balanceo era igualmente pronunciado en la dirección sagital y lateral. La amplitud del balanceo fue mayor en la dirección sagital que en la lateral^[174]. La estabilidad incrementada de las extremidades inferiores, en las personas mayores, viene marcada por la reducción de la velocidad y cadencia en la marcha. Incrementos concomitantes en la estabilidad de la cabeza fueron relacionados con las tareas visuales. El incremento de la estabilidad puede servir como un mecanismo preventivo para evitar las caídas. Incluso, la visión facilita la estabilización de la cabeza para los individuos mayores que ven reducidos otros sistemas necesarios para el equilibrio dinámico^[104]. La visión permanece siendo importante en mantener el control postural mientras que la conducción y la integración central se vuelve menos eficiente con la edad^[104].

El valor de la estabilometría como método para observar la integración del sistema visual en el control de la postura ortostática es discutido^[70]. La posturografía dinámica computarizada no proporciona información localizada o lateralizada, ni cualquier otra información relacionada con la etiología; proporciona información funcional en relación a como utiliza el individuo su equilibrio y una indicación de la importancia de las alteraciones de equilibrio de un paciente sobre sus actividades cotidianas. También la posturografía dinámica computarizada proporciona una medida funcional que es una ayuda en predecir el beneficio que los pacientes pueden esperar para recibir de una intervención terapéutica con terapia física^[38, 70, 71].

Observamos la aparición de movimientos y contra-movimientos del tronco, caderas, y miembros superiores, siempre en exceso en relación a la situación biomecánicamente a recuperar. Estos grandes balanceos marcan, de hecho, el fallo de las otras formas de regulación e intervienen como un último recurso antes de la caída. Si los deportistas mueven relativamente poco la parte alta del cuerpo en los ejercicios tales como mantenerse en la Plataforma Delos o se mantienen sobre un pie con los ojos cerrados, es simplemente, porque pueden contar con un tercer sistema que, sobre ellos, se desarrolla extraordinariamente eficaz, como es la propiocepción^[48, 74].

Desde hace tiempo se viene estudiando la relación entre las oscilaciones corporales, el equilibrio postural espacial y los procesos del control biológico general y especial, que hacen factible la vida humana, el dominio del medio, la acomodación del hombre a medios disímiles, dentro de los procesos de crecimiento y desarrollo.

Hace falta pues no olvidar una cosa, la intervención más o menos rápida del sistema vestibular, es decir de los grandes movimientos del cuerpo, depende esencialmente de la calidad de la propiocepción. Es ahí donde, probablemente, se sitúa la superioridad de los grandes deportistas. Se benefician de organizar y jerarquizar de forma más rápida la información proveniente de todo el organismo.

PROYECCIONES DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CUERPO (CGC). LAS OSCILACIONES Y LAS INVESTIGACIONES DEL MOVIMIENTO.

Las oscilaciones corporales y las ejecuciones de movimientos suponen dos de los factores más importantes a tener en cuenta cuando se realizan estudios sobre las condiciones del equilibrio y, en especial, con la selección de talentos deportivos^[34, 40].

Así mismo la valoración de las oscilaciones pueden tener diagnóstico de determinadas patologías. Por ejemplo, los pacientes con migrañas muestran un significativo incremento del balanceo corporal durante la sesión de ojos cerrados lo que indica una disfunción ligera del sistema vestibular^[175].

Los desórdenes Cráneo-cérvico-mandibulares pueden producir alteraciones en la postura. La estabilometría mide variaciones témporo-

espaciales en el centro de presiones corporales y evalúa los mecanismos del mantenimiento del equilibrio.

El Centro de Gravedad del Cuerpo (CGC) representa la resultante de los centros parciales de cada uno de los segmentos funcionales del aparato locomotor. Generalmente los centros parciales o de los segmentos del aparato locomotor se sitúan en los predomios musculares del segmento o de la región del aparato que estemos considerando.

En posición vertical, ortoestática, y en “teórica estática postural” el CGC, quedaría situado delante de las vértebras lumbar 5 y la sacra 1 ($L_5 - S_1$), de manera que todo movimiento o expresión de movimiento, condicionará las proyecciones del CGC, y los propios desplazamientos del mismo ²³.

Las curvaturas de la columna vertebral (CV), representan curvaturas mecánicas de compensación, de segmentos múltiples, articulados armónicamente, coronados por arriba, por la cabeza, por debajo por la cadera, y sostenida sobre dos pilares funcionales, las extremidades inferiores. De esta manera las proyecciones y movimientos del CGC resultan inseparables de las condiciones mecánicas a que sea sometido todo el aparato locomotor. Desde el nacimiento, las formas del movimiento humano quedarán subordinadas a los movimientos, desplazamientos y proyecciones del CGC.

Uno de los mecanismos para estudiar las proyecciones del CGC, es utilizar las denominadas *elipses posturales*, en las que se estudian tres valores de capital importancia en las investigaciones sobre las condiciones del equilibrio: el eje transversal (X), en valores de cm; el eje anteroposterior (Y), en valores de cm; y la superficie general de la elipse (S), en valores de cm^2 . Hay que observar que las oscilaciones presentadas cuando esta valoración se realiza en bipedestación es de unos milímetros, pudiendo llegar a cms o decenas de cms cuando esta valoración se realiza en monopodal, con ojos abiertos y cerrados, tal y como hemos indicado anteriormente^[7, 176, 177].

15)

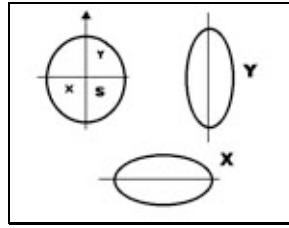


Ilustración 15. Esquema de las oscilaciones posturales.

Con las valoraciones de las expresiones elípticas, que representan los movimientos o proyecciones del CGC, se consideran los denominados como *rectángulos posturales* ^(Ilustración 16).

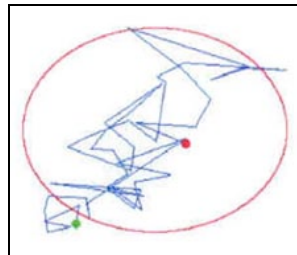


Ilustración 16. Ejemplo del recorrido del centro de presiones a lo largo de una recogida de datos.

El rectángulo postural representa un área rectangular que se extiende entre los apoyos de ambos pies, en el interior del mismo, encontraríamos la elipse postural. De manera que ambos son interactivos y se corresponden con la función de apoyo y en general reflejaran las condiciones de equilibrio en determinadas conductas y/o expresiones del organismo.

El grado de desarrollo muscular y de corpulencia puede influir en el mejor control de las oscilaciones, la estabilidad bilateral y el equilibrio. Así mismo existen relaciones entre el peso, la talla y las oscilaciones transversales y ántero-posteriores.

Las oscilaciones transversales que suponen los límites considerados como “normales”, pueden estar asociados a distintos factores como:

- Asimetría de extremidades inferiores
- Rodillas con exagerado varo, valgo o recurvatum
- Diferencias funcionales y/o estructurales entre ambos pies
- Rotaciones anormales de la cadera

- Alteraciones o modificaciones de las curvaturas vertebrales, especialmente las escolióticas.

De la misma forma las oscilaciones ántero-posteriores con valores superiores a los normales pueden deberse a:

- Alteraciones genéticas relacionadas con el cierre de los arcos vertebrales, en especial, los de la región lumbar y sacra.
- Modificaciones de las curvaturas vertebrales en el plano sagital (hiperlordosis, hipercifosis..)
- Hernias discales a nivel lumbar
- Discrepancias notables en el ordenamiento y localizaciones rotulianas
- Marcado sobrepeso
- Estatura notable sin consolidación corporal adecuada
- Alteraciones marcadas en la capacidad funcional de los pies. ^[178, 179]

Es necesario insistir que la función de apoyo no se concibe limitada exclusivamente a los pies de un sujeto; el concepto sobrepasa los límites del apoyo plantar, adentrándose en consideraciones funcionales de todo el aparato locomotor. Contempla proyecciones y aplicaciones en aspectos relacionados con la clínica observacional, los análisis pósturo-espaciales, las propias condiciones de equilibrio y particularmente la distribución del peso corporal.

Modernas tecnologías como los registros baropodográficos, las plataformas de fuerzas, sistemas de videos complejos, entre otros, ofrecen modernas imágenes, presiones e impulsos, facilitando las interpretaciones diagnósticas sobre las formas de apoyo, la distribución de cargas, diseños de ortesis y calzado. Cada una de las posibilidades investigativas de que podemos disponer actualmente convergen sobre las condiciones del equilibrio y particularmente en una de sus ramas más interesantes: la distribución y redistribución del peso corporal^[180]. Incluso hay quién establece una relación de un mejor equilibrio con un menor índice de la masa corporal^[181].

Al mismo tiempo resulta importante destacar las estrechas relaciones e integraciones que los estudios sobre el equilibrio postural y la distribución del peso corporal tienen sobre otras disciplinas o campos del estudio humano. De manera que los estudios sobre las condiciones del equilibrio pueden, fácilmente, ser extrapoladas a otras posibilidades de los estudios pedagógicos o biológicos en general. Estas interacciones ofrecen las posibilidades de asociación de criterios y facilitar las mejores y más certeras interpretaciones sobre el rendimiento humano.

El estudio del equilibrio, o de las condiciones de equilibrio ocupan actualmente un lugar preponderante en las investigaciones neuro-funcionales, y particularmente aquellas relacionadas con la selección, detección y desarrollo de los talentos deportivos^[42].

Incluso podemos afirmar que las condiciones del equilibrio visual, vestibular del hombre es estudiado y el campo de acción en cuánto plan de rehabilitación, ergonomía y rendimiento funcional se desarrolle. El Centro de Gravedad del Cuerpo (CGC) representa uno de los símbolos más determinantes para el estudio del equilibrio. Las proyecciones del CGC, sus cambios, oscilaciones y desplazamientos, son valorados por los especialistas como sinónimo de los cambios bio-adaptativos en las condiciones del equilibrio humano.

Las fases de la marcha, desde las formas primarias o típicas del gateo infantil, hasta el alcance de la verticalidad estable y equilibrada, representan fases en el estudio y consideraciones globales del equilibrio. El equilibrio es todo una complejidad, un proceso importante, a la par que interesante en las incesantes búsquedas del conocimiento humano.

Los análisis posturales, o las oscilaciones posturales, realizadas sobre el apoyo de los dos pies (estudios bipodálicos), con los ojos abiertos (OA) y con los ojos cerrados (OC), representan en las investigaciones sobre el equilibrio, la obligada intervención de las estrechas relaciones interactivas entre los integrantes del aparato locomotor y la actividad nerviosa. Los registros también pueden ser realizados en forma de apoyos individuales o monopodálicos, en iguales condiciones de OA y de OC.

LAS PLATAFORMAS POSTUROGRAFICAS

Tal y como hemos comentado en el apartado del Control de la Situación de Bipedestación, hay varias formas de calcular el desplazamiento del CG:

Esta variable puede calcularse de diferentes formas:

1. Mediante una plataforma tridimensional, es, a priori, posible medir las componente horizontales de las fuerzas ejercidas por el sujeto y conociendo la masa de este último, calcular instante por instante la aceleración comunicada al CG.
2. Una segunda posibilidad se basa en la utilización de marcadores de posición colocados en distintas zonas anatómicas del sujeto. Gracias a un sistema de análisis automático del movimiento y a tablas antropométricas, es posible determinar en cada instante la posición de los centros de las masas segmentarias y por lo tanto del CG del sujeto^[90]. Este método está ligado a la adecuación antropométrica del sujeto con la norma figurante en las tablas y necesita de una preparación de los sujetos.
3. Un tercer método^[91] ^[6] permite determinar la trayectoria del CG a partir del CP, esto de manera sencilla, ya que es suficiente una plataforma de fuerza compuesta de captadores verticales.

Las plataformas posturográficas desarrolladas por Nasher (Equitex, Pro Balance Master, Smart Balance Master, etc) han permitido estudiar el reflejo vestibulo-espinal, cuantificando el control postural estático y dinámico, así como la contribución que tienen los distintos receptores sensoriales (vestíbulo, visión y sistema propioceptivo) en el mantenimiento del equilibrio^[67, 182, 183].

La estabilometría computarizada ha sido desarrollada para valorar los alteraciones del equilibrio. Recoge los balanceos corporales mediante sensores de presión^[184]. Debido a que es un método sencillo, no invasivo y de corta duración, se ha introducido, no sólo, en el uso clínico, sino también para investigaciones epidemiológicas de los efectos subclínicos sobre el SNC^[185].

Los tests realizados en plataformas estabilográficas de forma estática para valorar una población normal son objetivos y reproducibles^[186]. Sin

embargo se apreciaba un efecto de aprendizaje cuando se realizaba con los ojos cerrados o cuando el tiempo entre los tests-retest se acortaba. Pero este factor de aprendizaje no tuvo diferencias significativas entre los sujetos más altos frente a los bajos; los pesados frente a los ligeros y entre sexos^[186].

¿Qué es lo que mide una plataforma de estabilometría?. Pues la posición del punto de aplicación de las fuerzas de reacción que se oponen al desplazamiento de la plataforma bajo el impulso de la masa corporal, también llamado centro de presiones, expresado en un referente de dos dimensiones en el que el plano coincide con el polígono de sustentación y cuyo origen está por concentración, en el baricentro del mismo polígono^{(Ilustración 1)[73, 187, 188]}. Este centro de presión no se confunde nunca, tal y como hemos comentado antes, con la proyección del centro de gravedad del sujeto sobre el plano de su polígono de sustentación, pues el cuerpo humano no está prácticamente nunca en equilibrio, sino que el centro de presiones se desplaza constantemente de una a otra parte de la proyección del centro de gravedad^[188-190] para estabilizarlo. El centro de presiones presenta oscilaciones rápidas alrededor de oscilaciones más lentas del centro de masas. Como lo muestran las estadísticas de análisis frecuenciales^[191] y los análisis de difusión^[192], estas oscilaciones rápidas del centro de presiones no son controladas, sino que son las oscilaciones correspondientes del centro de masas las que se controlan^[71, 187].

A partir de esta señal, es posible obtener la mayoría de las señales que interesan al científico o clínico.

- La posición media de la vertical de la gravedad, X media e Y media, pues la media hace desaparecer el “ruido” del centro de presiones.
- El desplazamiento tipo en relación a esta posición media, en donde la expresión más rigurosa está formada por la superficie de la elipse de confianza que contiene el 90% de las posiciones obtenidas del centro de presiones^[193].
- El gasto energético puede valorarse de una forma grosera por la relación entre la longitud total de los desplazamientos del centro de presiones y La superficie en el interior de la cual evoluciona: parámetro de longitud

en relación a la superficie, LFS^[56, 194, 195]. Este parámetro está correlacionado al espectro de potencia en la banda de frecuencia de 1 Hz^[196].

- La medida de la rigidez muscular mediante el parámetro estabilométrico VFY está todavía en discusión^[56, 195].
- La amplitud de las oscilaciones, en X e Y, en función de las frecuencias es repetible para un mismo sujeto, y por lo tanto ha sido objeto de estudio estadístico en la banda de frecuencia de 0,2 Hz en un sujeto normal^[197, 198].
- La integración de las aferencias visuales en el control postural se evalúa por el Cociente de Romberg, relación sencilla entre los parámetros de superficie en las situaciones visuales, ojos abiertos y cerrados^[138, 199].
- La función de intercorrelación entre las oscilaciones frontales y laterales permite valorar su independencia, siendo ésta una situación normal^[200].
- En un primer momento no ocurre nada. si lo que se quiere es estudiar la dinámica de un sistema, hace falta que las observaciones de su actuación dinámica se instalen sobre una duración mínima. A partir de una serie temporal de posiciones sucesivas del centro de presiones, se puede valorar el número, la interdependencia y/o la jerarquía de los factores que intervienen en la dinámica.

En las condiciones ordinarias de la posturología normalizada, el evaluador podrá afirmar que los parámetros estadísticos miden la posición y los pequeños movimientos del centro de gravedad con un error del orden de 1% si se dan dos condiciones: parámetros VFY normal^[201] y atenuación normal de la FFT (alrededor de 15 dB-0.5 Hz). La justificación de estas condiciones las expresa Gagey^[202].

Medir la posición media del centro de gravedad de un sujeto y su dispersión no significa medir su “equilibrio”, sino su “estabilidad”

Estabilidad: propiedad de un cuerpo apartado de su equilibrio de volver a su estado.

Equilibrio: en el sentido estricto del término no se mide; sólo se puede definir como un estado límite ideal hacia el que se tiende, más o menos hábilmente, el hombre bípedo.

EVOLUCION DEL EQUILIBRIO EN FUNCION DE LA EDAD Y EL SEXO

El equilibrio parece tener una evolución favorable con la edad, de tal forma que entre los 2 y los 14 años el balanceo postural decrece con la edad, de forma lineal^[125, 126, 203, 204], incluso con la altura y el peso^[205], aunque en algunos trabajos no encuentran diferencias significativas^[127], o el desarrollo del mismo no se produce de forma lineal^[125]. Algunos autores encuentran que se realizan diferentes estrategias para el control postural cuando se les pide que realicen determinados movimientos^[206]. Según se comentaba anteriormente habría una explicación para las magnitudes mayores del balanceo y la irrelevancia de la información visual en algunos niños, cuando se comparan con los adultos, es que pueden diferir en su habilidad para fijar visualmente una tarea cercana^[109, 168]. Es decir los niños encuentran dificultad en utilizar la información visual en el plano AP.

En relación a la diferencia por sexos podemos encontrar distintas apreciaciones, desde no haber diferencias significativas^[127], tendencia, simplemente, de mejor equilibrio en la niñas^[125, 126, 128, 129], o de obtener una estabilidad más temprana, en los varones, aunque partiendo de una inestabilidad mayor. Es decir que progresan más en la estabilidad^[125], obteniendo un mejor equilibrio en edades adultas^[205].

El control postural mostró un desarrollo céfalo-caudal con respuestas posturales que aparecen, primero en el cuello, luego en el tronco, y finalmente en las piernas, según se desarrollan los niños desde los 3 a los 14 meses de edad. Se observó una amplia respuesta de los patrones en las edades de 3 a 5 meses, indicando que las respuestas posturales no son funcionales previamente a la experiencia con la estabilización del centro de masas^[116]. La predominancia del control vestíbulo-visual del equilibrio hace que haya una dependencia somato-sensorial-vestibular a la edad de 3 años, pero la transición a un equilibrio similar a los adultos no se completa para todas las condiciones sensoriales incluso pasados los 6 años. La utilización de la posturografía en estas edades para valorar los déficits de integración sensorial

y vestibular está discutido^[207]. Más concretamente, según otros autores el cambio de estrategia en el control postural se produce entre las edades de 4 a 6 años y terminando este proceso entre los 7 a 10 años^[155].

Si nos referimos a edades más adultas, vemos que se produce un mayor deterioro según avanza la edad, siendo este deterioro mayor en el control dinámico que en el estático^[208], y que éste es mayor en los varones que en las mujeres, especialmente debido al deterioro de las condiciones visuales y vestibulares, lo que puede tener una gran responsabilidad de las caídas en estas edades^[209, 210]. Es por ello que los ejercicios propioceptivos adquieren una especial importancia para la prevención de caídas^[105, 163, 211, 212]. Con la edad, las demandas de atención para el control postural aumentan según disminuye la información sensorial^[77].

Hay autores que lo asocian a una mejor salud, menor índice de masa corporal y realización de actividad física, el tener un mejor equilibrio. Aún así a partir de una cierta edad, parece determinante^[181].

Sin embargo cuando se realizan estudios sobre astronautas, para valorar si este efecto de ingravidez influye más en las personas de mayor edad se observó que los astronautas de edad exhibieron una disminución de el rendimiento del control del balance el día del aterrizaje. Pero por otro lado no presentaron diferencias significativas entre su rendimiento y el de astronautas más jóvenes valorados en la misma misión o en previas pero de duraciones similares. Estos resultados demostraron que los cambios fisiológicos atribuidos a la edad no reducen necesariamente los procesos de control sensomotor adaptativos^[213].

En contraste a los jóvenes adultos, muchos investigadores han encontrado demandas de atención significativas asociadas con el control postural con los adultos mayores, incluso en situaciones relativamente sencillas^[214]. Hay diferentes estudios que se detienen en examinar el efecto que tiene una segunda tarea durante el rendimiento simultaneo de una tarea postural y en segundo lugar examinan el efecto de las demandas cognitivas incrementadas sobre el control de la postura^[77-79, 215, 216].

EL EQUILIBRIO EN EL DEPORTE

Son muchos los ejemplos que se pueden exponer sobre la importancia del equilibrio en el deporte^[8-13, 15-17, 21, 217-222]. Según esto podemos hablar de tres aspectos: 1) El efecto del equilibrio sobre la salud; 2) El efecto del equilibrio sobre el deporte; y 3) El efecto de la actividad física o el deporte sobre el equilibrio.

Tradicionalmente, el entrenamiento del equilibrio se ha utilizado como una parte dentro del programa de rehabilitación de las lesiones de tobillo^[13]. Numerosos estudios han encontrado que una pobre habilidad para el equilibrio está significativamente relacionado con el incremento del riesgo de las lesiones de tobillo en diferentes actividades. Incluso esta relación parece ser más frecuente en los varones que en las mujeres^[13]. Más recientemente, el entrenamiento del equilibrio se utiliza para prevenir las lesiones del tobillo y la rodilla en la práctica del deporte^[13, 220, 223]. O incluso el equilibrio puede ser un parámetro predictor de las lesiones de tobillo en los deportistas^[224]. Sorprendentemente, también se han encontrado asociaciones significativas con un incremento del riesgo de lesión de rodilla y lesiones por sobreesfuerzo en los jugadores de voley, de ambos sexos. La diferencia en los estudios reside en la planificación de los programas de entrenamiento. Parece ser que el entrenamiento del equilibrio como intervención aislada no es tan efectiva con una intervención multifacética^[13].

También, las mediciones sobre el equilibrio han demostrado ser significativas en la predicción de lesiones deportivas^[2, 13, 219, 220, 224, 225] y en la monitorización de su proceso de rehabilitación^[2, 218]. Además las mediciones sobre el equilibrio puede contribuir a la evaluación clínica de las funciones locomotoras específicas, como la estabilidad de la cadera^[2, 226]. El conocimiento acerca del equilibrio puede ser, por tanto importante para identificar a los deportistas con un riesgo incrementado de lesiones deportivas y por lo tanto decisivo a la hora de decidir cuando un deportista lesionado puede participar en el deporte sin el innecesario riesgo de recaída^[2].

Por otro lado, la interferencia que la lesión puede tener sobre el control del equilibrio va a depender, fundamentalmente, de la severidad de la lesión, mientras que la localización, frecuencia y diversidad del traumatismo sólo

tienen un modesto impacto. Esto sugiere que los deportistas lesionados desarrollan ciertas habilidades de adaptación cognitiva y sensorial excelentes, como para implicar nuevos patrones de compensación y de esquema corporal^[227, 228]. Hay quien ha observado diferencias en el control postural y la maloclusión mandibular, frecuente en edades jóvenes^[73].

Un golfista necesita mantenerse quieto para una correcta estabilización de la distancia frente a la bola^[229, 230]. Los tiradores olímpicos necesitan una buena estabilidad para no fallar el blanco^[4, 231-233], al igual que los biathletas^[234-238]. Un gimnasta requiere del mayor control de su centro de gravedad para no perder la situación espacial frente a los aparatos en los que está trabajando^[36, 160, 239-241]. Un ciclista (en la contrarreloj es donde mejor se aprecia o en pista) realizará menos metros si mantiene un mejor equilibrio frente a su competidor^[242, 243]. Un esquiador necesitará una gran dosis de equilibrio para poder bajar deslizándose^[184, 244-248]. Un corredor de velocidad tiene que estabilizar su cuerpo en cada pisada. Cuanto más equilibrio tenga, menos fuerza empleará en estabilizar el cuerpo y la empleará en propulsar la zancada. Y podríamos seguir exponiendo ejemplos de la relación del equilibrio dentro del ejercicio físico^[249].

Distintos estudios avalan que las características del equilibrio postural de los futbolistas^[5, 8, 15, 19, 21, 250, 251] y bailarines^[15, 227] pueden ser objetivamente medidos utilizando los datos del Centro de Presiones. Según estos datos las bailarinas presentan mejores datos que los obtenidos por las futbolistas femeninas. Es decir, es una prueba perfectamente útil para futuras investigaciones sobre el balance postural en distintos grupos deportivos^[15], permitiendo realizar comparaciones entre distintos deportes. Por ejemplo al valorar jugadoras de baloncesto frente a futbolistas y gimnastas, se observó que las futbolistas tenían el mismo grado de estabilidad estática y dinámica que las gimnastas; sin embargo las jugadoras de basket tenían menor equilibrio estático frente a las gimnastas y menor equilibrio dinámico frente a las futbolistas^[19].

Así mismo se ha utilizado en la diferenciación de las técnicas de apoyo entre los tiradores olímpicos^[4] y los biathletas^[234]. Se han realizado estudios basados en la estabilometría para valorar dos deportes que tienen gestos

comunes como el tiro olímpico y el biatlón. Comparando el equilibrio en la fase de tiro en bipedestación se observó que utilizaban distinta técnica, aunque tenían valores de equilibrio en esa postura similares^[234]. En el caso de los tiradores se comprobó una relación inversa entre el balanceo y rendimiento deportivo. Es decir a un mayor balanceo en la prueba, coincidía con un menor rendimiento deportivo^[233]. O valorar diferencias de nivel entre deportistas como en el surf^[34].

Existen muchos estudios de la relación y/o importancia del deporte o la actividad física sobre el equilibrio ^[1, 5, 6, 8, 12, 14, 21, 36, 75, 105, 131, 132, 163, 205, 211, 212, 227, 228, 252] aunque hay autores que no sólo consideran la actividad física como favorecedora, sino que ésta tiene que ser específica para que sea efectiva^[24-26, 253]. La participación en baloncesto puede significativamente inducir efectos adaptativos sobre el equilibrio estático^[2]. La naturaleza de la motricidad estando determinada por la demarcación en fútbol, influenciaría las actividades posturales. La realización de una tarea de equilibrio estandarizada no aprendida, distinguiría los futbolistas atacantes y defensores ^[5]. Según el trabajo de Rosii los deportistas eran más hábiles en juzgar las dimensiones corporales en relación con los objetos del entorno que el patrón que mostraban los no deportistas^[252].

El rendimiento del balance dinámico se midió sobre un estabilómetro, el cual requirió a los participantes un continuo ajuste de la postura para mantener una plataforma inestable en la posición horizontal durante 30 segundos. Cada participante realizó 3 realizaciones de aprendizaje seguido de 7 realizaciones de test. El análisis indicó que los deportistas eran mejores que los no deportistas en el rendimiento del equilibrio. Los gimnastas lo realizaron mejor que los otros grupos. Los futbolistas y los nadadores fueron similares y mejores que los grupos control. No hubo diferencias significativas entre los varones y mujeres. Se encontraron correlaciones negativas desde moderadas a altas entre el rendimiento del equilibrio y la altura y el peso^[12]. Incluso parece que el equilibrio también interfiere en el rendimiento deportivo, como afirma en el estudio con estudiantes que no sabían esquiar previamente, divididos en dos grupos, el A) donde sólo recibieron instrucción técnica y el B) que recibieron un

entrenamiento específico de equilibrio. El grupo B) obtuvo mejores resultados en las valoración de parámetros técnicos del esquí alpino^[245].

Incluso la intensidad del ejercicio es relevante a la hora de mejorar el equilibrio, siendo los ejercicios de bajo costo energético son los que tienen un mayor impacto sobre el control del equilibrio al influir más sobre la propiocepción. También parecen desarrollar o mantener un alto nivel de sensibilidad vestibular permitiendo a la tercera edad practicar dichos ejercicios para reducir el peso que tiene la visión^[105, 163, 211, 212]. En este aspecto hay varios trabajos que apuntan al Tai-Chi en relación a los beneficios sobre el equilibrio y la prevención de lesiones por caídas en las personas mayores^[230, 254-272]. Los practicantes de Taichi realizan mejor tanto los tests de laboratorio como los clínicos frente a los que no practican dicha actividad. La mayor experiencia del Taichi se asoció con un mejor control postural^[230, 254, 257, 263-266]. Sin embargo hay autores a quién dichos estudios resultan inconsistentes y dispersos. Se utilizan una gran variedad de medidas de equilibrio, población distinta, tipo y duración del ejercicio del Taichi sobre el equilibrio y tipo de estudio^[255].

La actividad física desarrolla o mantiene la eficiencia de los reflejos implicados en el control postural, especialmente a través de la información neuro-sensorial adecuada, la cual permite a las estructuras integradoras centrales generar una respuesta motora más apropiada^[95, 212, 273-277].

Los estudios del equilibrio conjuntamente con otra tarea es bastante controvertido y así los presentan distintos autores, donde unos indican que cuando se realiza una tarea de control postural conjuntamente con una segunda tarea, sólo esa segunda tarea se ve afectada en una disminución del rendimiento^[216, 278]. Por el contrario otros autores encontraron alteración en ambas tareas^[77, 78, 158, 215, 279]. Es posible que la fase inicial sea más automática que las fases posteriores, en las cuales es más susceptible de trabajar con el objetivo de disminuir los requerimientos de atención en aras de otras actividades^[280]. Según esto hay autores que establecen que una mejora del equilibrio nos permite dedicarle menos atención al mantenimiento de la estabilidad corporal dedicándosela a otras tareas intelectuales o motoras^[8]. En un estudio con gimnastas frente a otros deportistas que no trabajan de forma

específica el equilibrio, se observó que las gimnastas disminuían su dependencia sobre los procesos de control postural cuando se les sometía a otras tareas distintas^[25]. En gimnastas profesionales el control del equilibrio superior se obtiene, inicialmente, a través del entrenamiento motor y no mediante el aprendizaje de habilidades o por una mayor sensibilidad del sistema vestibular^[24-26, 35, 36, 281].

Además se puede plantear qué tipo de ejercicio tiene, más o menos influencia sobre el equilibrio^[3, 221], o si determinados gestos deportivos como el golpeo de cabeza puede llegar a influir, o no, sobre el equilibrio^[11, 20, 221]. Como hemos citado anteriormente los ejercicios de bajo costo energético son los que tienen un mayor impacto sobre el control del equilibrio al influir más sobre la propiocepción y también parecen desarrollar o mantener un alto nivel de sensibilidad vestibular permitiendo a la tercera edad practicar dichos ejercicios para reducir el peso que tiene la visión^[105, 163, 212]. Por ejemplo, en un estudio con judokas y bailarines frente a controles, al realizar la prueba con ojos abiertos, obtuvieron mejores resultados los dos primeros frentes a estos últimos, lo que explica un efecto positivo del entrenamiento sobre las adaptaciones sensorio-motoras. Sin embargo con ojos cerrados, sólo los judokas obtuvieron una sensibilidad mejor estadísticamente significativa. Según los autores se explicaría porque la práctica de actividades de alta destreza implicando aferencias propioceptivas mejora, de forma especial, tanto el rendimiento como el control del equilibrio^[227, 228].

Así mismo parece que el nivel de la competición puede influir en los canales sensoriales implicados en el equilibrio. Se observó que entre judokas de nivel regional, nacional e internacional, no se apreciaban diferencias significativas en ejercicio estático. Sin embargo, la información visual pareció tener una relevancia mayor para los internacionales^[131]. De igual forma se observó en un estudio que los futbolistas de categoría nacional tenían mejores resultados de estabilidad que los de categoría regional y adoptaban una estrategia postural distinta. La utilización de la información visual y propioceptiva era diferente^[21].

Por otro lado, puede haber ejercicios que pueden tener efectos contrarios a la mejora del equilibrio. Determinados ejercicios, como la carrera o

la marcha moderada pueden deteriorar la contribución visual a la estabilidad postural. El efecto es evidente como una desestabilización inicial en la dirección sagital mayor en la carrera que en la marcha, posiblemente debido a un movimiento de cabeza excesivo y alteraciones de los centros de información visual y vestibular. En un estudio con dos tipos de esfuerzo, marcha y carrera durante treinta minutos sobre tapiz rodante, separado por una semana entre ambas pruebas se observó que el ejercicio aumenta el balanceo postural en las direcciones dimensionales, entre el 9 y 19% con ojos abiertos, pero no con los ojos cerrados. El efecto deteriorador del ejercicio fue evidente tanto en plano sagital como en el frontal, aunque el efecto sobre la forma fue ligeramente mas transitorio. Los valores del balanceo post-esfuerzo fueron significativamente mayores después de correr que después de andar. El análisis cinemático del movimiento de la cabeza confirmó un desplazamiento vertical y un patrón de aceleración mayor en la carrera frente a la marcha^[282]. Así mismo tras realizar ciclismo a una determinada intensidad (corta duración e intensidad submáxima), se obtienen valores mayores los cuales parecen indicar la existencia de mecanismos compensadores que intentan mantener el equilibrio o una disminuida habilidad para mantenerlo^[242].

En la mayoría de las disciplinas deportivas, no existe una prueba que permita, de una forma inmediata, distinguir un campeón del resto de los deportistas. El “genio” de determinados deportistas que han sobresalido por encima de los demás no se limita a conceptos de un consumo máximo de oxígeno, de una composición corporal determinada o cualquier otro parámetro. Es el resultado de diversos parámetros multifactoriales entre los cuales está el equilibrio. Dicho de otra forma, la capacidad para desplazarse hacia el lado adecuado ante un desequilibrio previo. Los datos obtenidos por distintos laboratorios dedicados a la fisiología del esfuerzo observan como los mejores deportistas obtienen los mejores resultados en la valoración del equilibrio, aunque se puede observar cierta contradicción en algunos resultados. Existiría, por tanto, una predisposición genial al deporte que conjugue los diferentes sistemas implicados, de tal forma, que permita conservar el equilibrio. A la hora de valorar el mismo no se puede realizar mediante la descomposición de las estrategias posturales. Medir los movimientos del tobillo, la cadera, la cabeza

según la zona anatómica implicada, sin considerar que el equilibrio es un conjunto de factores que concierne al cuerpo en su globalidad. Hoy se piensa que es posible, e incluso más correcto distinguir los componentes sobre la base de los sistemas funcionales implicados.

Todos los deportistas analizados por Riva y col^[74, 283] parecen actuar instintiva e inmediatamente sobre el control del posicionamiento vertical del cuerpo en relación al control de posición horizontal de la plataforma. Hacen que el cuerpo apenas se mueva dejando que la plataforma oscile libremente.

El equilibrio para ellos se concibe de arriba hacia abajo. Son los miembros inferiores los que deben adaptarse a la verticalidad del cuerpo. Sin embargo en la población general observan lo contrario. Se balancea el cuerpo y, según estos autores, utilizamos los brazos para compensar los desequilibrios de la base. La influencia en este caso se ejerce de abajo hacia arriba. El tronco debe corregir los desequilibrios de los pies^[283].

El hecho de escoger una estrategia o la otra se debe al subconsciente. En efecto, el cerebro analiza todas las informaciones que le llegan a través de los tres sistemas de equilibrio que tiene el cuerpo: la vista, el oído y la propiocepción. El equilibrio no es la consecuencia de un único órgano sino la integración de los influjos enviados por una multitud de pequeños receptores que lo envían al cerebro.

Los deportistas de élite tienen una destreza impresionante en cuanto a su verticalidad^[74, 283]. Por ejemplo, en el caso de futbolistas se ven diferencias significativas en el control del equilibrio, mediante la información visual, entre los jugadores profesionales de nivel nacional frente a los de nivel regional^[8], incluso el nivel de competición de los jugadores de fútbol influencia su rendimiento postural y su estrategia^[14]. O como ya hemos citado, las diferencias entre las actividades posturales entre los defensores y los atacantes^[5]. El estudio estadístico mostró que los jugadores profesionales eran más estables que los jugadores aficionados. Incluso la contribución visual en el mantenimiento del equilibrio es menos importante en los profesionales. Este estudio sugiere que el entrenamiento permite a los jugadores profesionales ser menos dependientes de la visión para el control postural por lo que dicha acción visual puede dedicarse al tratamiento de la información que emana del

juego^[8]. Sin embargo la diferencia no parece estar en el nivel futbolístico para obtener un mejor equilibrio, sino en el entrenamiento específico del equilibrio en los futbolistas de mayor nivel lo que le produce una mejora en esa cualidad^[9]. De manera similar se pronuncian en el estudio con patinadores sobre hielo, donde el equilibrio es fundamental, en el cual se consigue una mejora significativa del control postural cuando se realizan ejercicios específicos neuromusculares “en seco” frente a los patinadores que sólo entrenan los ejercicios específicos del deporte^[284].

Sin duda hace falta ver nociones de eficacia gestual. Se conoce que la posición de los segmentos en el espacio determina el cálculo de las fuerzas. La posición en bipedestación estática es imposible sin movilizar ciertas masas musculares anti-gravitacionales. Pero intentamos siempre aislar los esfuerzos inútiles. Nada que hacer con flexionar las rodillas, ya que eso ocasionaría aumentar la fatiga muscular. Al contrario se buscaría una postura por la cual gracias al alineamiento vertical de los segmentos óseos, permita descargar la mayor parte del peso del cuerpo directamente sobre el suelo. De la misma forma en posición sentado. Se utiliza al esqueleto como tutor de nuestras actitudes. Este tipo de organización se produce en un estado inmóvil. Pero en cuanto nos movemos y que el cuerpo se somete a otras fuerzas de gravedad, las cosas se vuelven cada vez más complicadas. Por ejemplo, una persona que lleva un peso sobre la cabeza durante mucho tiempo, espontáneamente va a borrar las curvaturas de la columna vertebral para disminuir el trabajo de los músculos de sostén. Complicando la situación, podemos hablar de “genio postural”. El deporte es rico en situaciones que implican continuamente adaptaciones a las nuevas circunstancias. En un estudio realizado sobre jugadores de baloncesto, donde se les medía el tiempo que podían mantener el equilibrio sobre una pierna se asoció positivamente con los años de participación del baloncesto y no se asoció con el sexo o la edad. Concluyeron que la participación en baloncesto puede significativamente inducir efectos adaptativos sobre el equilibrio estático^[2]. En otros deportes, como el judo, se apreció que los resultados con ojos cerrados, se aumentaron los valores (peores resultados) en el eje ántero-posterior. Resultado interesante, según los

autores por la mayor participación del eje ántero-posterior en el Judo, frente a la lateral^[131].

Por otro lado las asociaciones entre el equilibrio y la dinámica del caminar o de la marcha humanas, condicionan las particularidades de la “Función de Apoyo”, no como una actividad inherente e individualizada a los pies del hombre; sino como actividad de doble rango; Biodinámica y Biomecánicamente. El caminar como expresión biodinámica y la marcha como expresión biomecánica. Ambas capacidades funcionales asociadas a las condiciones del equilibrio; ambas determinadas en sus formas específicas a las proporcionalidades, a la estatura, longitudes de extremidades, y a las capacidades funcionales de órganos, aparatos y sistemas del organismo humano.

Así mismo se concibe la función de apoyo, no limitada exclusivamente a los pies de un sujeto, sino que el concepto sobrepasa los límites del apoyo plantar, adentrándose en consideraciones funcionales de todo el aparato locomotor. Contempla proyecciones y aplicaciones en aspectos relacionados con la clínica observacional, los análisis pósturo-espaciales, las propias condiciones de equilibrio y particularmente la distribución del peso corporal.

Las impresiones plantares reflejan particularidades cambiantes y adaptativas del pie, como consecuencia del movimiento locomotor y de las formas evolutivas que la marcha, favorecida por el desenvolvimiento vertical del hombre, garantiza.

Las impresiones plantares forman parte del arsenal investigativos de las capacidades funcionales del pie y constituyen formas económicas, no invasivas, de aplicación masiva que ofrecen resultados aplicables y diferenciales en el diagnóstico e investigación morfo-funcional para la detección, selección y desarrollo de los talentos deportivos^[167].

Se ha observado que los practicantes de distintas actividades deportivas presentan modificaciones en la planta del pie, dependiendo de la especialidad practicada^[285]. Por ello es necesario conocer las condiciones de sustentación de los distintos deportistas a fin de prevenir los problemas que pudieran involucrar al sistema locomotor. Este aspecto, no sólo es importante para los

deportistas de alto rendimiento, sino también en los niños y jóvenes que se inician en el deporte, procurándoles así una atención integral. En estudios realizados con atletas infantiles y juveniles, encontraron diferencias apreciables en los análisis de las impresiones plantares, incluso en un mismo sujeto como tendencia al cavismo en el taekwondo femenino, o marcadamente planas en el waterpolo o en los varones que realizan marcha atlética^[167].

HIPÓTESIS

Basándonos en los antecedentes de la importancia del equilibrio; de éste sobre determinados deportes y de determinados ejercicios sobre la mejora del equilibrio, en cuanto al diagnóstico del mismo; en relación a la prevención de lesiones; comparación entre distintos deportes; comparación entre distintos niveles de un mismo deporte se plantea la posibilidad de que la valoración del equilibrio pueda ser una prueba diagnóstica para la detección de talentos deportivos. Por ello se establece el objetivo de estudio siguiente.

OBJETIVO: Valorar si mediante la estabilimetría se pueden detectar los talentos deportivos y su orientación hacia determinadas especialidades deportivas

MATERIAL Y METODOS

POBLACION.

La población estudiada se refiere a niños y niñas de edades comprendidas entre los 9 y los 14 años, con dos grupos ; el primero escogidos al azar dentro de aquellos que asistieron al evento de “Juvenalia” organizado por la Comunidad de Madrid, que actúa de grupo control; y el segundo de los deportistas que participan en el Programa de Detección de Talentos de la Comunidad de Madrid, con la inclusión de distintos deportes⁽¹⁸⁾.

El estudio se realizó con el consentimiento informado de los tutores legales de los individuos incluidos en el trabajo y fue autorizado por el comité de ensayos Clínicos e Investigación de la Institución y de acuerdo con los criterios éticos de la declaración de Helsinki de 1975, revisada en 1983.

1. Grupo Control ^(Ilustración 19)

- 277 varones de edades entre 9 y 14 años, distribuidos de la forma siguiente:
 - i. 79 niños de 9 y 10 años con una altura media de 140,72 cm y 36,63kg de media
 - ii. 118 niños de 11 y 12 años con una altura media de 151,12 cm y 44,29 kg de media
 - iii. 80 niños de 13 y 14 años con una altura media de 161,66 cm y 54,05 kg de media
- 198 niñas de edades entre 9 y 14 años, distribuidas de la forma siguiente:
 - i. 58 niñas de 9 y 10 años con una altura media de 141.67 cm y 38,86 kg de media
 - ii. 73 niñas de 11 y 12 años con una altura media de 151,19 cm y 44,07 kg de media
 - iii. 67 niñas de 13 y 14 años con una altura media de 159,13 cm y 52,82 kg de media.

2. Grupo de Estudio^(Ilustración 19). Se estudiaron los siguientes deportes: Deportes de equipo (fútbol, baloncesto), Artes marciales, Natación, Deportes de raqueta (tenis y squash) Gimnasia y Atletismo.

- 148 varones de edades entre 9 y 14 años, distribuidos de la forma siguiente:
 - i. 16 niños de 9 y 10 años con una altura media de 144 cm y 36,2 kg de media
 - ii. 69 niños de 11 y 12 años con una altura media de 155 cm y 46,1 kg de media
 - iii. 63 niños de 13 y 14 años con una altura media de 165 cm y 56,9 kg de media
- 129 niñas de edades entre 9 y 14 años, distribuidas de la forma siguiente:
 - i. 26 niñas de 9 y 10 años con una altura media de 140,5 cm y 35,33 kg de media
 - ii. 57 niñas de 11 y 12 años con una altura media de 147,72 cm y 43,31 kg de media
 - iii. 46 niñas de 13 y 14 años con una altura media de 159,97 cm y 50,89 kg de media

Tabla II. Valores de Peso, Altura, Índice de Masa Corporal y relación Peso/Altura

		peso	altura	IMC	Peso/ Altura
Control Masculino	9-10 años	36,63	140,72	18,50	0,260
	11-12 años	44,29	151,12	19,39	0,293
	13-14 años	54,05	161,66	20,68	0,334
Control Femenino	9-10 años	38,86	141,67	19,36	0,274
	11-12 años	44,07	151,19	19,28	0,291
	13-14 años	52,82	159,13	20,86	0,331
Talentos Masculino	9-10 años	36,20	144,00	17,46	0,251
	11-12 años	46,10	155,00	19,19	0,297
	13-14 años	56,90	165,00	20,90	0,344
Talentos Femenino	9-10 años	35,33	140,50	17,90	0,251
	11-12 años	43,31	147,72	19,85	0,293
	13-14 años	50,89	159,97	19,89	0,318

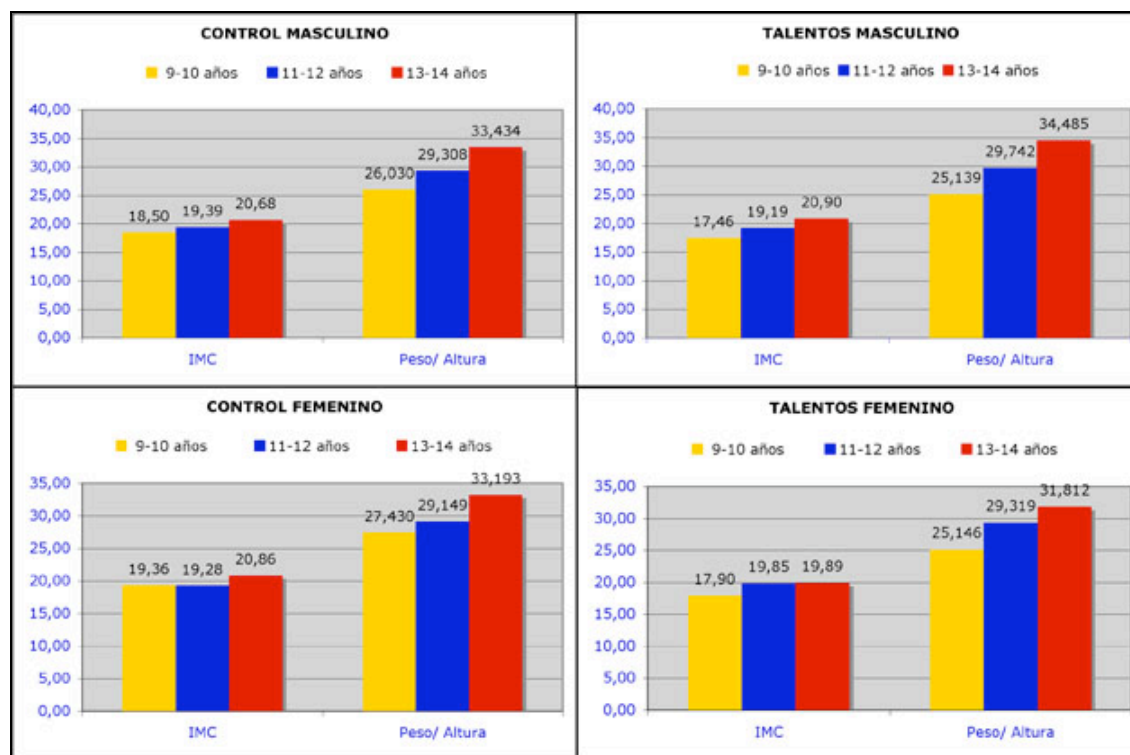


Ilustración 19. Evolución del índice de Masa Corporal y la relación del Peso y la Altura en los grupos Control y de Estudio.

MATERIAL.

1. **Plataforma de Podoestabilometría.** Viene equipada mediante un programa informático para el estudio baropodográfico “Physical Gait Software”, Versión 2.6 Ortho Evaluation Copy. Este sistema registra los valores de Baropodometría (estática, dinámica y ortotécnica) y de Postura. Se basa en tres plataformas de 40 x 40 cm con sensores de presión de 1 cm²(Ilustración 20), unidas en serie, conformando una superficie de estudio de 120 por 40.

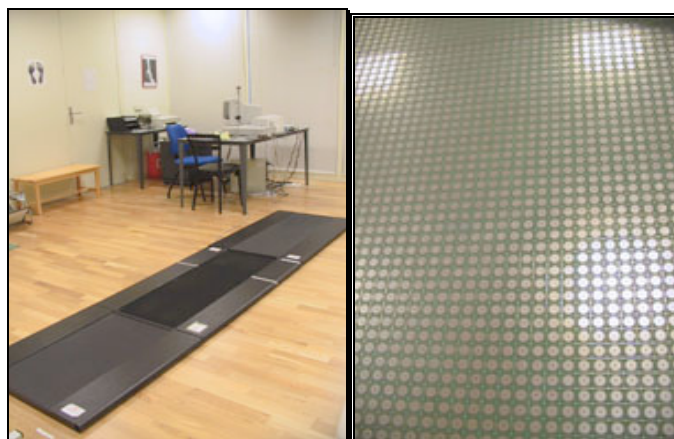


Ilustración 20. Plataforma Physical Gait Software con tres módulos de 40 x 40 cm con la que se realizó el estudio. Versión 2.6 Ortho Evaluation Copy. **Ilustración 21.** Células de carga de 1 cm² de la plataforma PSG.

La Plataforma Podoestabilométrica permite la obtención de las medidas que caracterizan el comportamiento de la postura ortostática. Hay que decir que no existe un consenso total en los métodos, técnicas e interpretación de los datos que se obtienen en un estudio estabilográfico, pero las medidas permiten realizar comparaciones estadísticamente válidas, siempre que éstas se realicen con plataformas y protocolos normalizados.

Dentro de las valoraciones que se realizan está:

- La valoración estática, en las que se valora al deportista sobre una superficie rígida horizontal, imperturbable y registrando los parámetros con ojos abiertos y cerrados, tanto en mono como bipodal. Nosotros en nuestro estudio hemos recogido las huellas en mono y bipodal, tanto con ojos abiertos como cerrados, aplicando un tiempo de recogida de muestras de 10".
- La plataforma esta recubierta por una alfombrilla de "foam", modificando ligeramente los resultados propioceptivos. Cuanto mayor sea el grosor de esta alfombrilla, peores resultados se obtienen.
- Las variaciones registradas son las correspondientes a los desplazamientos del Centro de Masas, trayectoria barrida del Centro de Masas a lo largo del tiempo, la forma de la superficie descrita, la posición dominante del Centro de Masas, así como la regularidad, la frecuencia y la amplitud de la señal registrada.
- Para los estudios de estabilidad se obtienen las trayectorias del centro de presiones verticales o estabilograma, considerándose los siguientes parámetros, relativos a éste:
 - a) Máxima amplitud de la oscilación ántero-posterior
 - b) Máxima amplitud de la oscilación lateral
 - c) Superficie de la oscilación, área delimitada por el desplazamiento del CP.

Las medidas de a) y b) se valoran en cm y la de c) en cm².

En la década de los setenta se diferenciaba entre la medición del Centro de Presiones y en Centro de Gravedad ⁽³⁷³⁾. Sin embargo hoy día se acepta la

coincidencia entre ambos puntos, aunque manteniendo algunos matices como que :

- Las señales de registro del Centro de Masas representan movimiento real y
- Las señales de registro del Centro de Presión recogen unidades de Fuerza.

2. Ordenador Dell Pentium II, donde está introducido el programa informático de recogida de imágenes.

2. **Báscula AÑÓ SAYOL S.L.** (Ilustración 22) con un rango de 0 a 99 kg, con un margen de error de +/- 100 gr, calibrada antes de cada sesión de trabajo, mediante un “cero” y dos discos de halteras de 40 kg.



Ilustración 22. Báscula AÑÓ SAYOL S.L.

3. **Tallímetro Holtain Limited Co. (EEUU).** (Ilustración 23) de +/- 1 mm de error, con un rango desde 60 cm a 215 cm



Ilustración 23. Tallímetro Holtain Limited Co

5. Podoscopio Juga por transiluminación ^(Ilustración 24) .

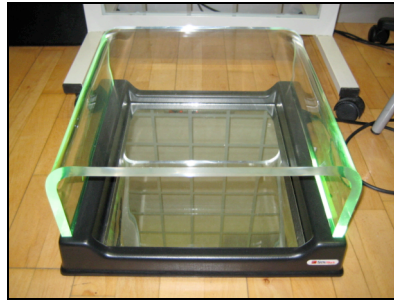


Ilustración 24. Podoscopio por transiluminación de Juga

6. Impresora Epson Stylus Color 740 para la impresión de gráficas y resultados

7. Ordenador PowerBook G4 de Macintosh para el análisis estadístico y redacción de la tesis

8. Software informático:

- PSG. Physiscal Software Gait para su aplicación a la huella.
- Se utilizó la base de datos File Maker Pro v 5.5-7.5 para la recogida de datos con posterior exportación de los distintos parámetros a la hoja de cálculo Excell. (Office. X).
- Para el tratamiento de las imágenes se utilizó la aplicación Photoshop 8.0
- En el estudio estadístico se utilizó la aplicación SPSS, realizado por el Departamento de Ayuda a la Investigación de la UCM.

- Gracias a la aplicación End Note 10.0 se facilitó muchísimo el trabajo con la bibliografía

9. Cámara de fotos digital Nikon D-70,

METODOLOGIA

Los niños acompañados por sus padres o tutores legales acudieron al stand montado por la Comunidad de Madrid de forma voluntaria, explicándoles el proceso por el cual iban a pasar, en el caso del grupo control y al Centro de Medicina Deportiva, sito en el Estadio de la Comunidad (actualmente Estadio de Madrid, conocido popularmente “la Peineta”) en el caso de los deportistas del grupo de Detección de Talentos.

Rellenaban un pequeño cuestionario sobre los hábitos higiénico-deportivos realizados habitualmente, así como la firma de consentimiento, por parte de los tutores legales, de las pruebas que se le iban a realizar.

Se les informó de los propósitos de la prueba, pidiendo la máxima colaboración y concentración.

En el caso del grupo control y por razones de intimidad, se les dejó con la mínima ropa imprescindible, quedándose descalzos. En el caso de los talentos, acudieron con bañador y sin calcetines.

Posteriormente se les realizaron las pruebas siguientes:

Talla. La técnica requiere una **posición del sujeto**, descalzo, erecto, talones juntos, brazos extendidos, talones, nalgas y cabeza (no necesario) en contacto con el muro, cabeza en plano de Frankfort ^{(Ilustración 25)[178, 179, 251]} mirada hacia delante, final de una inspiración profunda, y con tracción hacia arriba (efectuado por el cineantropometrista) sobre el maxilar inferior o sobre la mastoides.

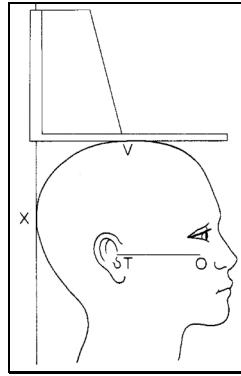


Ilustración 25. Metodología para determinar el Plano de Frankfort, que debe estar paralelo al suelo para una correcta medición de la estatura.

Peso. Aunque las condiciones ideales para pesar al sujeto se han descrito pormenorizadamente (ayunas, tras defecación, mañanas), por razones obvias, será pesado en el momento del reconocimiento, coincidiendo con la exploración general ^[178, 179, 251].

Lo que sí haremos es pesarlo con el mínimo de ropa posible (calzón corto, sin calzado) y expresarlo en kilogramos con precisión de 0,1 kg.

Visualización de la huella. Las apreciaciones de la huella mediante la transiluminación permiten conocer, de manera rápida e inmediata, las particularidades generales del apoyo plantar, en posiciones bipodálicas. Se les solicitó que se colocaran encima del aparato, con los brazos a lo largo del cuerpo y la mirada al frente, sin moverse una vez arriba. Los pies desnudos del sujeto deben estar colocados con precisión sobre la plataforma con los talones separados 2 cm y las puntas separadas con una angulación de 30°, de forma que el baricentro de su polígono de sustentación esté situado sobre el eje sagital de la plataforma. En el caso del estudio la distancia a un punto visual de referencia era de 200 cm ^(Ilustración 26).



Ilustración 26. Paciente subido sobre el podoscopio con los pies formando un ángulo de 30° y su imagen.

Recogida de datos de la huella en plataforma

La plataforma nos va a servir para dos objetivos:

1. Para confirmar los datos observados en el podoscopio de transiluminación, en cuanto a la calidad del apoyo y
2. A diferenciar en grupos de apoyo (plano, normal y cavo) mediante las mediciones pertinentes.

El trazado y valoración de las impresiones plantares resulta, relativamente sencillo, ya que sólo se utilizan líneas rectas perpendiculares. Los cálculos los realizamos sobre el ordenador mediante un programa de software gráfico. Otros grupos realizan los cálculos y trazados sobre la impresión plantar sobre papel fotográfico, mediante la aplicación con esponja de un fijador. Nosotros hemos considerado más engorroso y lento este procedimiento. La metodología está basada en la denominada Medida Fundamental^[40] (MF)^(Ilustración 27), que se corresponde con la longitud funcional del primer dedo a partir de la relación articular metatarso-falángica. Toda la valoración de la impresión dependerá de esta medida. Por tanto el resto de las mediciones serán dependientes de los valores en mm de la MF.

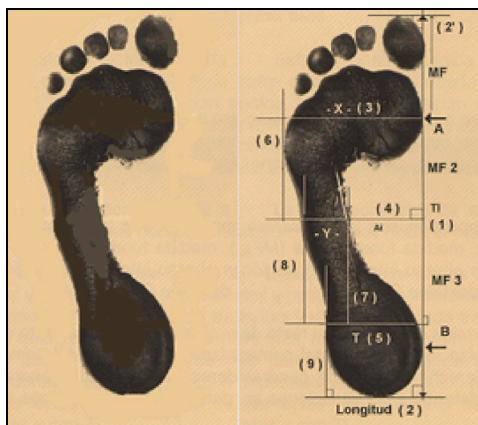


Ilustración 27. Esquema de valoración de la medida fundamental, con las distintas mediciones parciales.

El aspecto más diferencial de la metodología de trazado, valoración y clasificación de las impresiones plantares está dado por el dibujo en líneas rectas^(Ilustración 27). Esta situación simplifica el proceso, a partir de la medida de MF, siguiendo un orden concreto de dibujo de las líneas.

La fórmula de valoración y clasificación se sustenta en las dependencias y relaciones de todas las dimensiones a partir de la MF:

$$[(X - Y) / X] \times 100 = \text{valor en \%}$$

El valor de X sobre la línea (3), queda subordinado a la longitud funcional del primer dedo y particularidades del ancho funcional del metatarso; la zona impresa (o no) Y, es dependiente de la MF (2), directamente asociada al valor del arco interno y de la barra de soporte externo de la impresión.

Las medidas más inmediatas a procesar son los elementos de la fórmula: MF, X e Y. Son las que definen los valores de clasificación.

Una medida que condiciona toda clasificación, es el ancho de la zona impresa. En la medida que “Y” se acerque al valor “0”, la impresión se proyectará hacia el cavismo; por el contrario, en la medida en que “Y” aumente su valor, se dirigirá hacia el planismo. Según esto los valores de clasificación son los siguientes:

Tabla III. Tabla de normalidad según el porcentaje de apoyo^{[[40, 285]}

Arco Interno	Valor en %	Valoración
0	34,9 %	Plana
35	39,9 %	Plana-Normal
40	54,9 %	Normal
55	59,9 %	Normal-Cavo
60	74,9 %	Cavo
75	84,9 %	Cavo Fuerte
85	100,0 %	Cavo Extremo

Debido a que salían demasiados grupos, y aunque la muestra era grande, éstos tenían pocos sujetos en cada uno de ellos. Por ello se decidió agrupar los mismos en tres, plano, normal (Plana-Normal, Normal y Normal-Cavo) y cavo.

Según los datos recogidos por los autores establece los distintos resultados de referencia (Tablas IV-VIII)^[285].

Tabla IV. Tabla de apoyo en niños control

Pie plano	23
Escafoides prominente	14
Cavo valgo	2
Cavo	2
Normales	59

Tabla V. Tabla de apoyo en bailarinas profesionales

Pie plano	14,75
Normal	14,75
Cavo	70,50

Tabla VI. Tabla de apoyo en estudiantes de ballet

Pie plano	6
Normal	73
Cavo	21

Tabla VII. Tabla de apoyo en futbolistas profesionales

Pie plano	6
Normal	73
Cavo	21

Tabla VIII. Tabla de apoyo en judokas

Pie plano	6
Normal	73
Cavo	21

2. Valoración del equilibrio. Los tests de equilibrio. Los tests o pruebas de equilibrio normalizadas, son pruebas sencillas capaces de provocar de manera inmediata respuestas valorables cuantitativamente. Los tests pueden ser predictivos, cuando evidencian un talento; y no predictivos cuando ofrecen un diagnóstico del grado de aprendizaje, valorando la evolución de un entrenamiento, una recuperación, etc.

Han sido varios los investigadores que se han ocupado de elaborar tests de equilibrio, especialmente en el entorno médico y de la educación física, tales como Romberg, Bass; Seashore, Fleishman, Drowatzky, Nelson, etc..^[47]. Hasta la llegada de las plataformas los resultados y, por tanto las valoraciones e interpretaciones de los test, especialmente en el ámbito escolar, eran discordantes, ya que no había un consenso en la elaboración de los protocolos de las pruebas. Ante la llegada de las plataformas, los test se han homogeneizado bastante.

En este estudio se ha seguido el **Bilateral Stance Test** y el Unilateral Stance Test (UST), propuesto por NeuroCom^[67]. El desarrollo del test es que previa explicación de las pruebas a realizar, se coloca al deportista sobre la superficie de valoración con los dos pies, con la separación de las caderas,

dejando libertad de colocación de los mismos, dentro de los límites de la plataforma, para colocar los pies de la forma más habitual para ella y obligando a que los talones estén a la misma distancia de la base de la plataforma. Se realizan los registros de ojos abiertos y posteriormente de ojos cerrados, sin descanso entre ambos registros. Todas las pruebas se realizan por un periodo de 10 segundos tanto en mono como bipodal. Los brazos se colocaban con las manos apoyadas a lo largo del cuerpo^(Ilustración 28).



Ilustración 28. Metodología de valoración sobre la plataforma. A) Apoyo Monopodal sobre Pie Izquierdo. B) Apoyo Bipodal. C) Apoyo Monopodal sobre Pie Derecho

La plataforma, en su estudio estabilométrico, recoge valores de “X”, “Y” y “S”. Los valores de X son los correspondientes a los desplazamientos del CGC en el eje transversal; los de “Y” al del eje ánteroposterior; y los de “S” a la superficie de la elipse, en cm², de las proyecciones del CGC.

Los sensores, tal y como puede apreciarse en la figura^(Ilustración 20), garantizan que todas las presiones ejercidas por el apoyo queden registradas. Estos sensores van cubiertos por una fina manta de poliuretano^(Ilustración 20) para protección de los sensores.

El apoyo ideal se refleja en la Tabla IX^[40]:

TABLA IX. Apoyo ideal según el profesor Hernández Corvo.

		Pie Derecho	Pie Izquierdo
Anterior	Externo	15%	15%
	Interno	10%	10%
Posterior	Externo	15%	15%
	Interno	10%	10%

Entorno del paciente: la justicia del diagnóstico pasa por un protocolo riguroso. En este sentido, se hizo hincapié en que el paciente pudiera realizar sus registros dentro de un ambiente de calma, evitando todo tipo de perturbaciones que el entorno pudiera producir. Se colocó al paciente frente a un espejo cuadriculado con el objetivo de tener una referencia de los ejes en cuanto a la verticalidad y horizontalidad^(Ilustración 21). Así mismo los sujetos estaban con la mínima ropa posible, tal y como establecen las normas metodológicas correspondientes, con el objetivo de evitar las más mínimas perturbaciones, aunque sin dar instrucciones específicas de concentración^[185].



Ilustración 21. Sala de recogida de muestras con la plataforma y el espejo y cristal cuadriculado para mantener las referencias verticales y horizontales.

Tiempo de recogida de datos. Aunque no hay límites fundamentales, generalmente se utilizan los 20 segundos o más para el cálculo de los variogramas (modelización mBf), ya que la bibliografía se recomienda que, al menos, son necesarios 15 segundos, especialmente para las determinaciones en bipodal. Nosotros homogenizamos el tiempo, tomando 10" para todos (Ilustración 30)(Ilustración 31)(Ilustración 32).

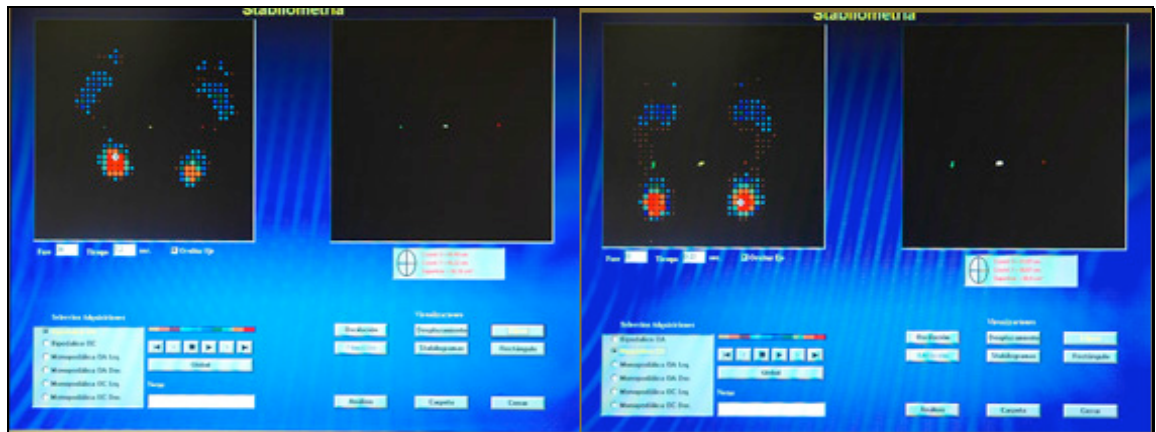


Ilustración 30. Recogida de datos de bipedestación con A) ojos abiertos y B) ojos cerrados

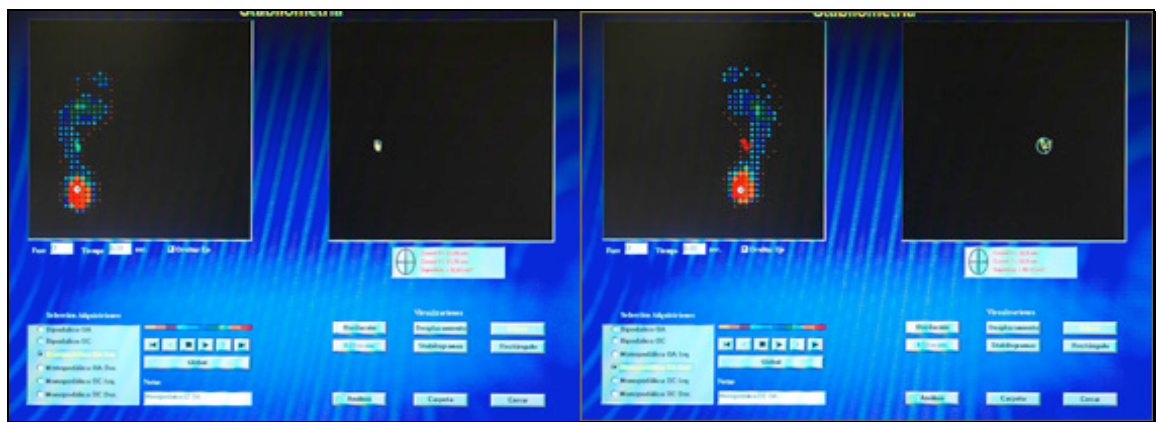


Ilustración 31. Recogida de datos de monopodal con ojos abiertos. A) Pie izquierdo. B) Pie derecho.

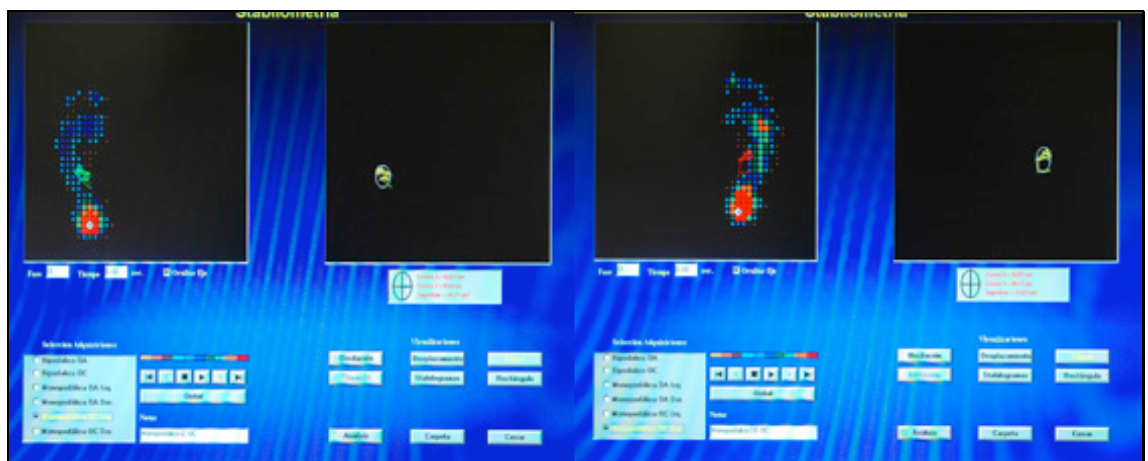


Ilustración 32. Recogida de datos de Monopodal con ojos cerrados. A) Pie izquierdo. B) Pie derecho.

Todas las determinaciones se realizaron sin descanso entre cada valoración, siguiendo un orden establecido de determinación de la huella estática en primer lugar, para pasar posteriormente a las determinaciones de estabilometría en bipedestación con ojos abiertos, ojos cerrados y luego en

monopodal de apoyo izquierdo, apoyo derecho con ojos abiertos, y monopodal de apoyo izquierdo, apoyo derecho con ojos cerrados. Dado que en el grupo control no se recogieron los valores monopodales, no se valoraron desde el punto de vista comparativo y éste se realizó, únicamente, entre el grupo de deportistas.

Estudio Estadístico

Se realizaron distintas valoraciones estadísticas dentro del grupo Control, del grupo llamado “Talentos” y un cruce entre ambos grupos, con determinados parámetros.

En el grupo Control, se aplicaron las siguientes variables:

- La T-Student para la comparación de los parámetros en relación a la diferencia de sexo.
- ANOVA con Tukey para los tres grupos de edad (9-10; 11-12 y 13-14)
- La T-Student pareada X-Y, para muestras relacionadas
- La T-Student pareada X-Y por sexo.
- La T-Student pareada X-Y por edad.

En el grupo Talentos

- ANOVA con Tukey para huella (normal, cava y plana)
- La T-Student para la comparación de los parámetros en relación a la diferencia de sexo.
- ANOVA con Tukey para los tres grupos de edad (9-10; 11-12 y 13-14)
- ANOVA con Tukey para los deportes estudiados
- La T-Student pareada X-Y, para muestras relacionadas
- La T-Student pareada X-Y por sexo.
- La T-Student pareada X-Y por edad.
- La T-Student pareada X-Y por huella.
- La T-Student pareada X-Y por deporte.

En el grupo Talentos

- La T-Student para la comparación de los parámetros en relación a la diferencia de sexo y edad.

- La T-Student para la comparación de los parámetros en relación a la diferencia de edad y deporte.

RESULTADOS**Tabla X. Percentil del Grupo Control Femenino**

	Edad	Peso	Estatura	-XOA	-YOA	-SOA	-XOC	-YOC	-SOC
Promedio	11,48	45,51	151,09	0,58	0,65	0,74	0,52	0,60	0,50
DS	1,54	10,31	10,26	0,38	0,60	2,78	0,36	0,41	0,89
MINIMA	9	22	126	0,1	0,1	0,02	0,17	0,15	0,02
MAXIMA	14	75	172	2,57	6,97	38,19	3,12	2,95	7,64
	Edad	Peso	Estatura	-XOA	-YOA	-SOA	-XOC	-YOC	-SOC
PERC.3	9,00	29,91	131,91	0,180	0,149	0,039	0,200	0,189	0,050
PERC.10	9,00	33,00	137,70	0,230	0,227	0,067	0,237	0,237	0,080
PERC.20	10,00	37,00	142,40	0,290	0,314	0,110	0,290	0,310	0,110
PERC.30	11,00	39,00	145,00	0,380	0,370	0,161	0,331	0,361	0,160
PERC.40	11,00	42,00	148,00	0,428	0,460	0,208	0,370	0,428	0,200
PERC.50	12,00	45,00	151,50	0,490	0,520	0,285	0,430	0,500	0,240
PERC.60	12,00	47,00	154,00	0,562	0,592	0,380	0,482	0,550	0,300
PERC.70	13,00	50,00	157,00	0,640	0,698	0,580	0,550	0,640	0,402
PERC.80	13,00	53,60	161,00	0,770	0,886	0,736	0,670	0,806	0,586
PERC.90	13,00	60,30	165,00	0,986	1,161	1,180	0,879	1,113	1,076
PERC.97	14,00	68,00	168,18	1,537	1,767	2,798	1,347	1,543	2,262

Tabla XI. Percentil del Grupo Control Masculino

	Edad	Peso	Estatura	-XOA	-YOA	-SOA	-XOC	-YOC	-SOC
Promedio	11,54	44,92	151,20	0,82	0,78	1,17	0,66	0,66	0,71
DS	1,45	11,07	10,99	0,67	0,65	2,60	0,49	0,45	1,39
MINIMA	9	25	125	0,14	0,11	0,02	0,13	0,12	0,02
MAXIMA	14	80	180	5,71	4,68	25,55	4,87	2,81	18,61
	Edad	Peso	Estatura	-XOA	-YOA	-SOA	-XOC	-YOC	-SOC
PERC.3	9	28,0	132,3	0,220	0,210	0,060	0,203	0,170	0,050
PERC.10	10	31,6	137,6	0,310	0,260	0,106	0,260	0,240	0,080
PERC.20	10	35,0	142,0	0,392	0,350	0,170	0,312	0,300	0,120
PERC.30	11	38,0	145,0	0,470	0,430	0,230	0,380	0,380	0,168
PERC.40	11	41,0	147,4	0,540	0,510	0,324	0,420	0,450	0,230
PERC.50	12	43,0	150,0	0,630	0,580	0,450	0,510	0,510	0,300
PERC.60	12	46,0	153,0	0,750	0,712	0,590	0,600	0,626	0,436
PERC.70	12	50,0	157,0	0,932	0,860	0,844	0,730	0,760	0,564
PERC.80	13	54,0	160,8	1,080	1,000	1,296	0,908	0,952	1,026
PERC.90	13	62,0	166,0	1,402	1,498	2,452	1,198	1,274	1,748
PERC.97	14	68,0	172,0	2,458	2,486	6,399	1,846	1,687	2,807

Tabla XII. Percentil del Grupo de Talentos Femenino

PERCENTIL DEL GRUPO TALENTOS FEMENINO										
	EDAD	SEXO	PESO	TALLA	XBOA	YBOA	SBOA	XBOC	YBOC	SBOC
PROMEDIO	11,7	0	44,2	152,5	0,8	1,3	1,5	0,6	0,6	1,0
DS	1,5	0	10,2	11,6	0,6	6,3	6,6	0,6	0,5	3,0
MAX	14,0	0	87,0	178,0	5,7	73,0	71,0	5,7	3,9	25,1
MIN	9,0	0	20,0	115,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0
PERC 3	9,0	0	25,7	120,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0
PERC 10	9,0	0	33,0	139,0	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1
PERC 20	10,0	0	36,0	143,0	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1
PERC 30	11,0	0	39,0	147,5	0,4	0,4	0,2	0,4	0,3	0,1
PERC 40	12,0	0	42,0	152,0	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,2
PERC 50	12,0	0	44,0	154,0	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5	0,3
PERC 60	12,0	0	47,0	156,0	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,4
PERC 70	13,0	0	49,0	159,0	0,9	0,8	0,9	0,6	0,7	0,5
PERC 80	13,0	0	52,0	162,0	1,0	1,0	1,5	0,7	0,9	0,7
PERC 90	14,0	0	55,7	166,0	1,4	1,6	2,5	0,9	1,1	1,4
PERC 97	14,0	0	61,9	170,3	2,0	2,0	3,5	1,8	1,7	5,3

Tabla XIII. Percentil del Grupo de Talentos Masculino

PERCENTIL DEL GRUPO TALENTOS MASCULINO										
	EDAD	SEXO	PESO	TALLA	XBOA	YBOA	SBOA	XBOC	YBOC	SBOC
PROMEDIO	12,3	1,0	49,6	158,1	0,8	0,7	1,4	0,6	0,5	0,6
DS	1,1	0,0	12,0	11,3	0,9	0,6	6,4	0,5	0,5	1,6
MAX	14,0	1,0	88,0	184,0	9,8	3,9	75,8	4,7	3,9	17,1
MIN	9,0	1,0	30,0	135,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
PERC 3	10	1	32,1	139,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0
PERC 10	10	1	34,9	143,0	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,0
PERC 20	12	1	39,2	146,0	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1
PERC 30	12	1	41,0	152,1	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1
PERC 40	12	1	45,9	155,0	0,5	0,4	0,2	0,4	0,3	0,1
PERC 50	12	1	49,0	159,0	0,6	0,5	0,3	0,4	0,4	0,2
PERC 60	13	1	52,1	163,0	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,2
PERC 70	13	1	55,9	166,0	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,4
PERC 80	13	1	58,4	170,0	1,0	1,0	1,2	0,8	0,7	0,7
PERC 90	14	1	63,7	172,0	1,3	1,5	2,6	1,1	1,0	1,2
PERC 97	14	1	80,6	175,1	2,1	2,1	4,5	1,4	1,6	2,8

Tabla XIV. Percentil del Grupo de Talentos Femenino con relación a los valores promedio monopodales

	XMIA	YMIA	SMIA	XMIC	YMIC	SMIC	XMDA	YMDA	SMDA	XMDC	YMDC	SMDC
PERC.3	0,795	0,848	0,7779	1,097	1,04	1,522	0,779	0,976	0,78	0,67	1,108	1,118
PERC.10	0,85	1,01	1,119	1,42	1,83	2,76	0,98	1,1	1,25	1,35	1,52	2,43
PERC.20	0,96	1,33	1,438	1,74	2,09	3,59	1,17	1,46	1,95	2	2,11	4,33
PERC.30	1,2	1,45	1,789	1,9	2,33	4,88	1,42	1,6	2,41	2,26	2,4	6,05
PERC.40	1,36	1,53	2,102	2,14	2,66	6,2	1,63	1,77	3,42	2,64	2,84	6,98
PERC.50	1,59	1,7	2,56	2,49	2,9	7,14	1,81	2,09	4,11	2,79	3,04	7,94
PERC.60	1,69	1,9	2,918	2,85	3,28	8,88	2,24	2,18	4,65	3,06	3,23	10,1
PERC.70	1,87	2,11	3,7	3,21	3,62	11,3	2,31	2,66	6,7	3,36	4,06	13,53
PERC.80	2,16	2,3	4,418	3,76	4,33	15,45	2,71	3,1	9,29	3,98	4,79	19,43
PERC.90	2,62	2,81	7,214	5,27	5,79	30,8	3,81	3,46	15,4	5,24	5,53	36,21
PERC.97	3,437	4,158	20,4492	15,1	9,915	179,02	6,06	4,53	28,8	7,406	8,2215	84,342

Tabla XV. Percentil del Grupo de Talentos Masculino con relación a los valores promedio monopodales

	XMIA	YMIA	SMIA	XMIC	YMIC	SMIC	XMDA	YMDA	SMDA	XMDC	YMDC	SMDC
PERC.3	0,51	0,776	0,48	0,83	0,82	0,59	0,75	1,094	1,2	1,534	1,79	3
PERC.10	0,71	1,13	1	1,04	1,4	1,67	0,96	1,28	1,61	2,14	2,44	4,69
PERC.20	0,91	1,31	1,46	1,48	1,88	2,22	1,18	1,44	2,21	2,28	2,76	7,08
PERC.30	0,99	1,46	1,84	1,82	1,9	3,58	1,31	1,7	2,69	2,81	3,09	8,57
PERC.40	1,09	1,54	2,02	1,89	2,19	4,75	1,52	2,07	3,61	2,98	3,38	11,45
PERC.50	1,3	1,62	2,21	2,32	2,64	6,7	1,89	2,39	5,1	3,14	3,99	14,86
PERC.60	1,61	1,71	3,31	2,86	2,98	8,35	2,28	2,88	6,75	3,48	4,59	21,3
PERC.70	1,86	2,07	3,8	3,21	3,51	11,09	2,94	3,19	10,1	4,22	6,15	37,22
PERC.80	2,25	2,52	5,5	3,76	4,51	17,64	3,68	3,58	16,3	5,64	7	48,11
PERC.90	2,5	3,19	8,8	4,92	5,87	36,32	4,88	5,02	25,86	8,03	7,83	64,9
PERC.97	7,904	3,802	49,028	11,11	10,57	98,651	11,728	8,683	116	14,555	9,962	259,9

PERCENTILES

Al valorar los valores, del grupo Control, tanto femenino (a), como masculino (b); del eje “X”, o desplazamiento lateral^(Ilustración 33); del eje “Y”, o desplazamiento ántero-posterior^(Ilustración 34); como del valor de superficie^(Ilustración 35), se observa una mejor estabilidad con ojos cerrados que con ojos abiertos.

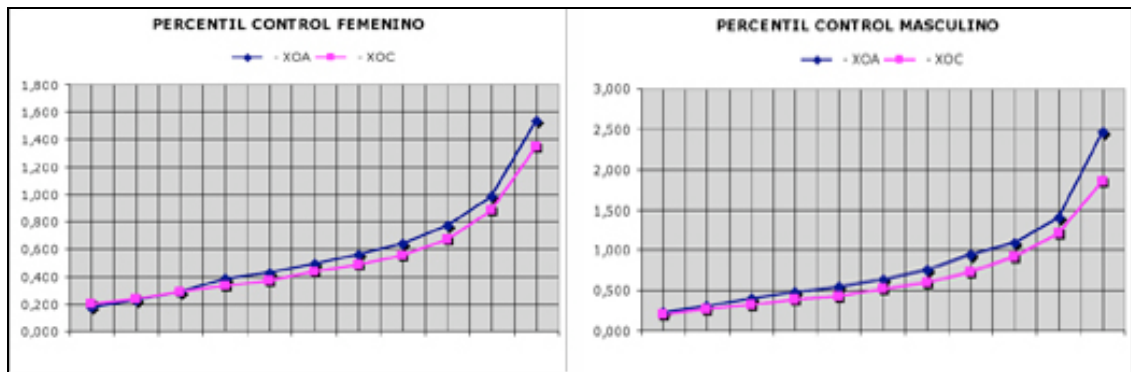


Ilustración 33.a. Percentil del Grupo Control femenino de los parámetros “X” en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia). **33. b.** Percentil del Grupo Control masculino de los parámetros “X” en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

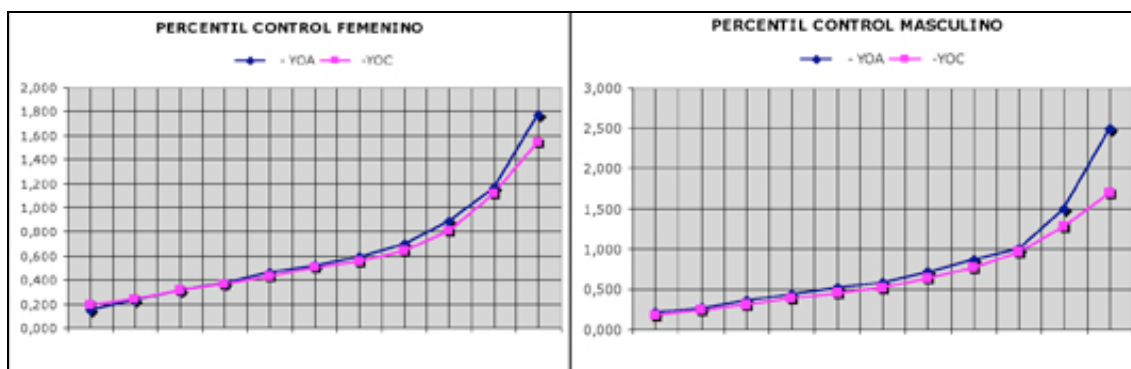


Ilustración 34.a. Percentil del Grupo Control femenino de los parámetros “Y” en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia). **34.b.** Percentil del Grupo Control masculino de los parámetros “Y” en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

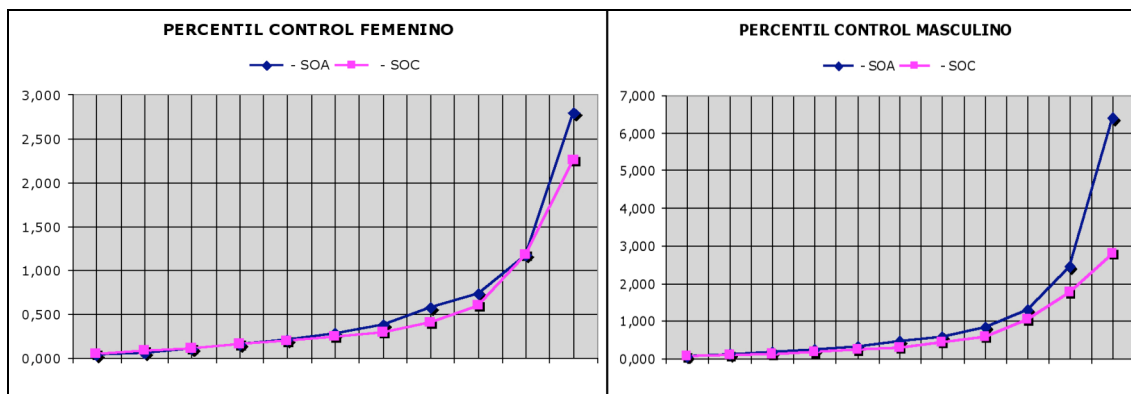


Ilustración 35. a. Percentil del Grupo Control femenino de los parámetros superficie en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia). **35. b.** Percentil del Grupo Control masculino de los parámetros “Superficie” en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

En el grupo de Talentos, al igual que el grupo Control, tanto femenino (a), como masculino (b) del eje “X”, o desplazamiento lateral (Ilustración 36), del eje “Y”, o desplazamiento ántero-posterior (Ilustración 37) como del valor de superficie

se observa una mejor estabilidad con ojos cerrados que con ojos abiertos (Ilustración 38).

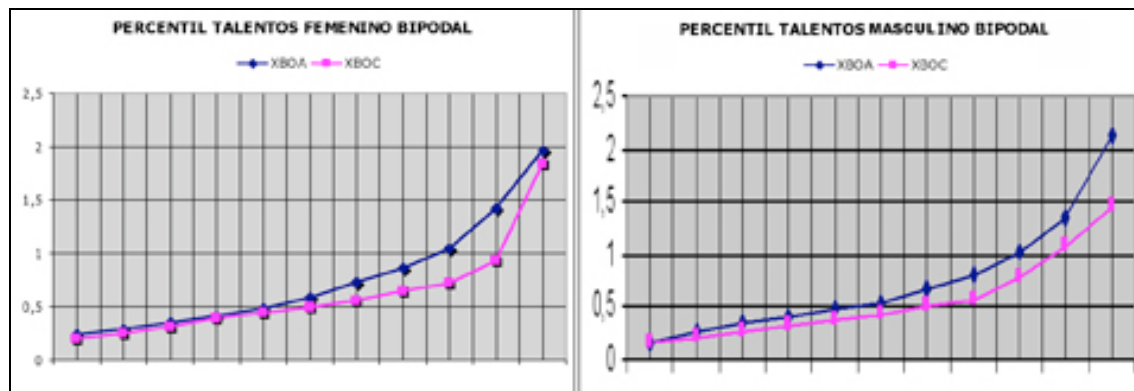


Ilustración 36. a. Percentil de talentos femeninos de los parámetros "X" en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia). **36. b.** Percentil de talentos masculinos de los parámetros "X" en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

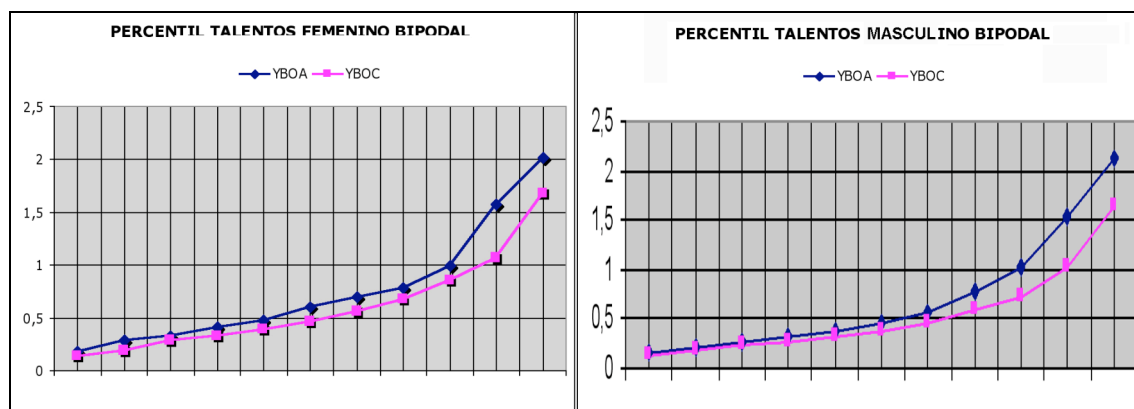


Ilustración 37. a. Percentil de talentos femeninos de los parámetros "Y" en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia). **37.b.** Percentil de talentos masculinos de los parámetros "Y" en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

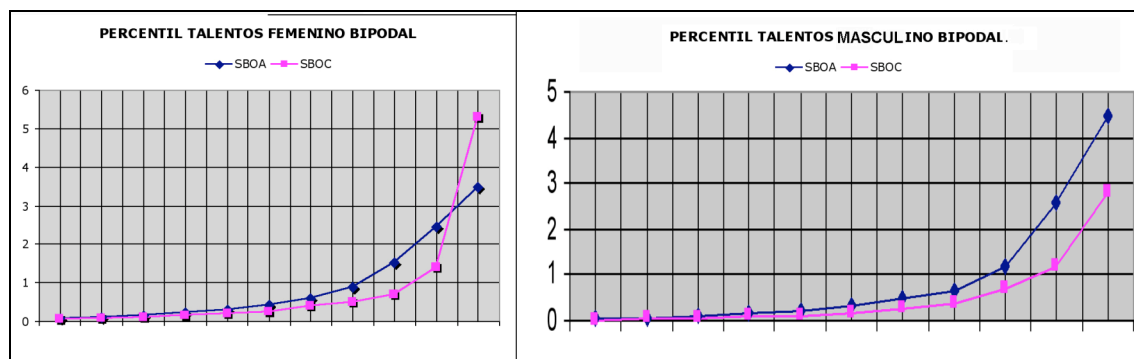


Ilustración 38. a. Percentil de talentos femeninos de los parámetros "de superficie" en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia). **38. b.** Percentil de talentos masculino de los parámetros "Superficie" en apoyo bipodal, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

Es lógico pensar, y así ocurre, que en los parámetros obtenidos en apoyo monopodal se obtienen valores más bajos con ojos abiertos que con ojos cerrados^{(Ilustración 39)(Ilustración 40) (Ilustración 41) (Ilustración 42) (Ilustración 43) (Ilustración 44)}.

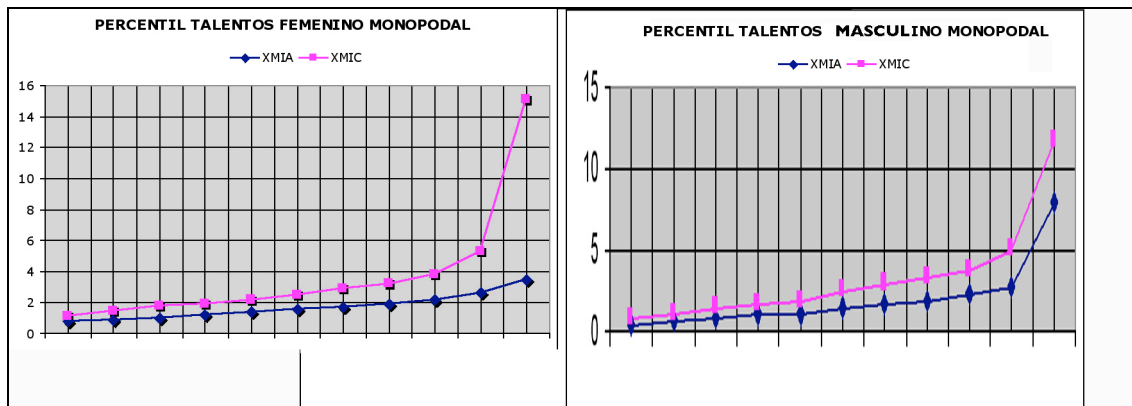


Ilustración 39. a. Percentil de talentos femeninos (gráficos izquierdos) Y **39. b.** Masculino (gráficos derechos) de los parámetros "X" en apoyo monopodal izquierdo, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

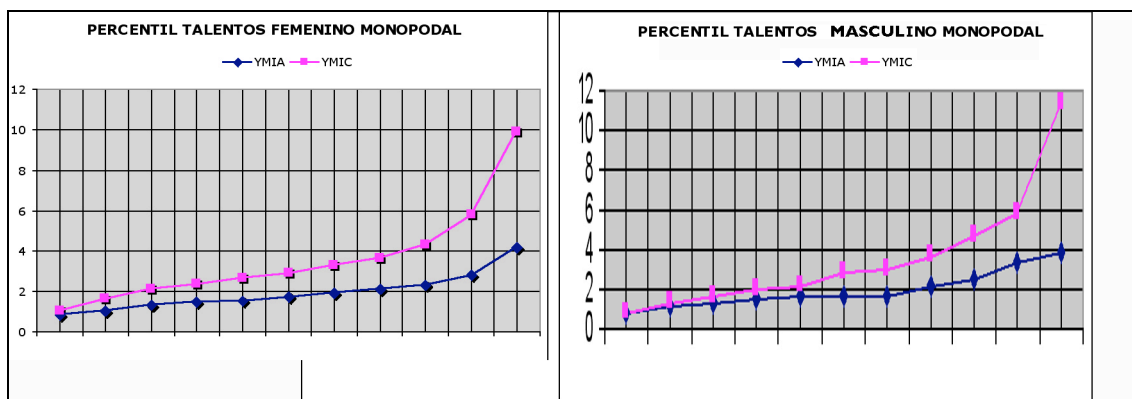


Ilustración 40. a. Percentil de talentos femeninos (gráficos izquierdos) y **40. b.** Masculino (gráficos derechos) de los parámetros "Y" en apoyo monopodal izquierdo, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

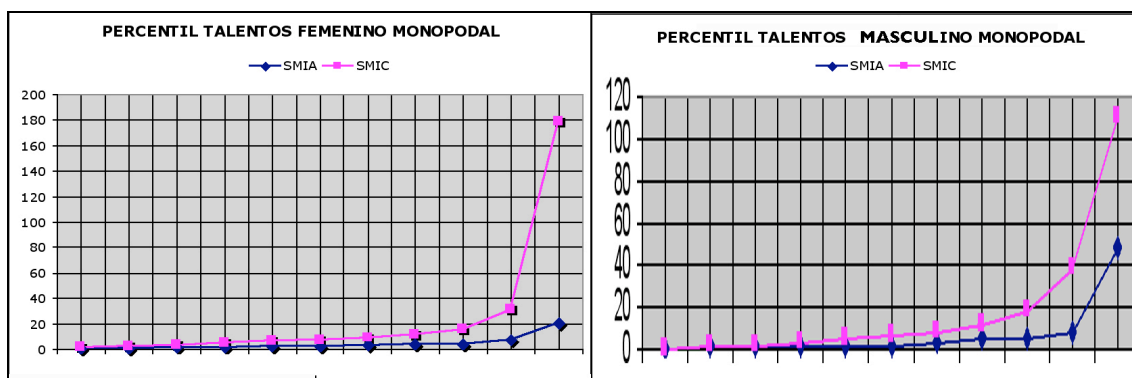


Ilustración 41. a. Percentil de talentos femeninos (gráficos izquierdos) y **41. b.** Masculino (gráficos derechos) del parámetro superficie en apoyo monopodal izquierdo, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

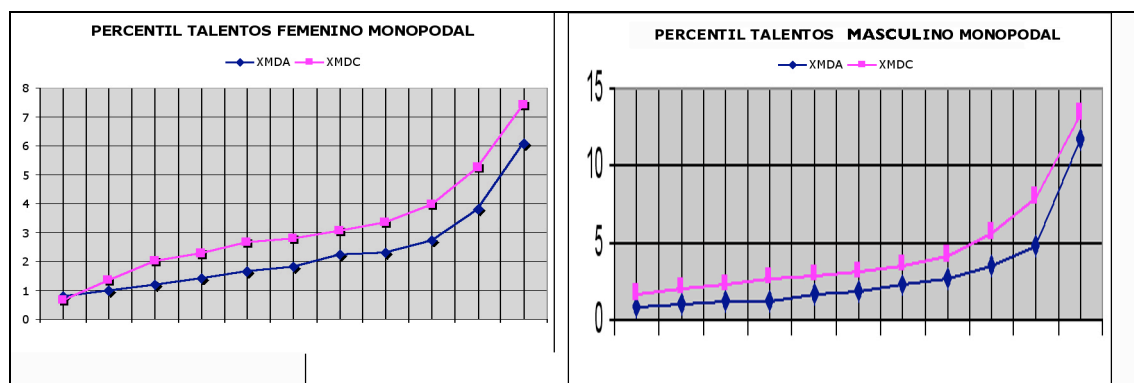


Ilustración 42. Percentil de talentos femeninos (gráfico izquierdo) y masculino (gráfico derecho) de los parámetros "X" en apoyo monopodal derecho, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

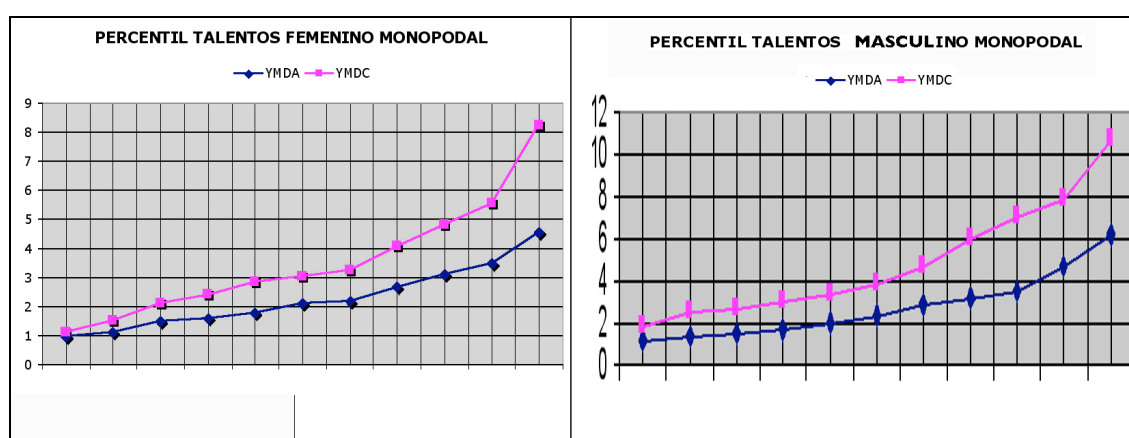


Ilustración 43. a. Percentil de talentos femeninos (gráfico izquierdo) y 43. b. masculino (gráfico derecho) de los parámetros "Y" en apoyo monopodal derecho, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

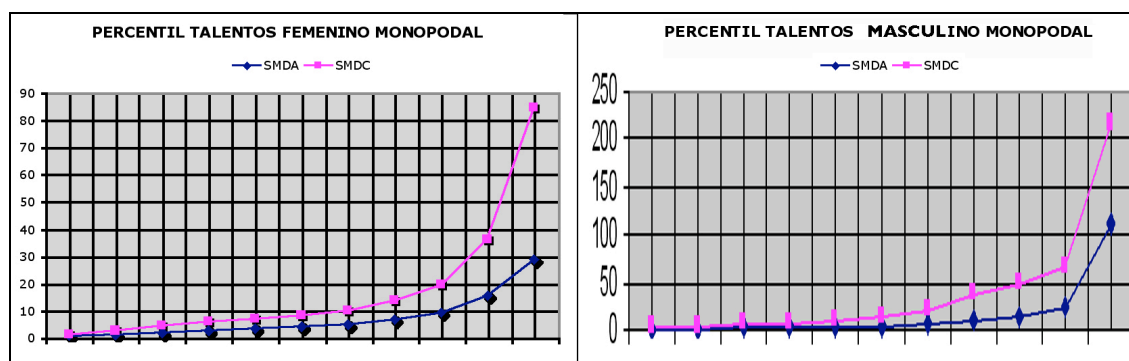


Ilustración 44. a. Percentil de talentos femeninos (gráfico izquierdo) y 44. b. Masculino (gráfico derecho) de los parámetros "Superficie" en apoyo monopodal derecho, de Ojos Abiertos (azul) frente a Ojos Cerrados (fucsia).

Tabla XVI . Datos promedio y desviación estandar de los grupos de estudio de atletismo, masculino y femenino, fútbol masculino y gimnasia masculino y femenino

MODALID	EDAD	SEXO	PESO	TALLA	XBOA	YBOA	SBOA	XBOC	YBOC	SBOC
ATLETISMO MASCULINO 10-14 AÑOS										
PROM	11,75	1,00	45,30	155,61	1,37	1,01	5,22	0,88	0,71	1,41
DS	1,52	0,00	9,82	12,48	2,20	1,01	16,86	1,01	0,81	3,77
								1,35	1,24	3,7
Atletismo fem 10-14 años										
PROM	12,23	0,00	45,89	150,52	0,86	0,61	1,56	0,55	0,51	1,13
DS	1,61	0,00	8,53	29,46	1,02	0,50	4,67	0,37	0,44	3,47
								1,41	1,08	1,38
Futbol 12 14 años masc										
PROM	12,13	1,00	50,03	158,57	0,69	0,67	0,66	0,64	0,65	0,86
DS	0,90	0,00	12,20	10,39	0,41	0,48	0,77	0,60	0,59	1,63
								1,03	0,99	0,77
GIMNASIA MASC 13 AÑOS										
PROM	13	1	53,1	165,3	0,81	1,17	1,67	0,2	0,15	0,3
DS	0	0	0,14	1,06	0,75	1,23	2,26	0,04	0,01	0,01
								0,69	1,34	55,67
GIMNASIA FEM 9 - 14 AÑOS										
PROM	10,64	0	36,8	140	0,79	3,01	3,06	0,8	0,66	1,58
DS	2,15	0	9,4	25,97	0,52	12,57	12,25	1,05	0,33	4,57
								0,26	1,22	1,94

En las tablas XIV-XIX se presentan los datos medios de los distintos grupos de deportes. Hay que señalar que con el objeto de simplificar la muestra se han agrupado deportes con características comunes (que a estas edades no se debieran diferenciar excesivamente entre los deportistas), como en el caso de los deportes de equipo, que hay futbolistas y jugadores de baloncesto; deportes de raqueta, donde se agruparon tenistas, jugadores de squash y de padel; y Artes marciales donde estaba el judo, karate y taekwondo.

Tabla XVII. Datos promedio y desviación estandar de los grupos de estudio de karate y natación, masculino y femenino.

MODALID	EDAD	SEXO	PESO	TALLA	XBOA	YBOA	SBOA	XBOC	YBOC	SBOC
Karate masc 12-13 años										
PROM	12,71	1	50,57	158,3	0,56	0,48	0,51	0,47	0,28	0,25
DS	0,47	0	10,07	10,36	0,33	0,41	0,55	0,34	0,18	0,38
								1,16	1,67	2,02
Karate fem 11-13 años										
PROM	12,4	0	48,7	155,2	0,87	0,57	0,89	0,59	0,43	0,34
DS	0,89	0	9,02	7,76	0,64	0,25	1,25	0,32	0,3	0,39
								1,52	1,36	2,59
Natacion masc 9-14 años										
PROM	12,40	1,00	52,50	159,29	0,76	0,65	1,04	0,48	0,47	0,35
DS	1,10	0,00	14,05	12,34	0,68	0,50	2,15	0,30	0,33	0,44
								1,17	1,02	2,98
Natacion fem 9-14 años										
PROM	11,67	0,00	47,80	156,52	0,69	0,72	0,80	0,56	0,71	0,85
DS	1,71	0,00	10,16	11,88	0,41	0,50	0,81	0,35	0,75	2,39
								0,96	0,79	0,94

Tabla XVIII. Datos promedio y desviación estandar de los grupos de estudio de squash, taekwondo y tenis masculino y femenino.

MODALIDAD	EDAD	SEXO	PESO	TALLA	XBOA	YBOA	SBOA	XBOC	YBOC	SBOC
SQUASH MASC 12-13 AÑOS										
PROM	12,5	1	69,8	170,1	1,52	1,1	2,17	0,68	1,11	1,45
DS	0,71	0	12,45	7,21	0,98	0,58	2,33	0,62	1,10	1,94
								1,38	0,61	1,50
SQUASH FEM 9 AÑOS										
PROM	9,00	0,00	37,50	146,50	0,57	0,33	0,26	0,71	0,66	0,44
DS	0,00	0,00	3,54	6,36	0,16	0,01	0,14	0,01	0,20	0,08
								1,74	1,07	0,59
Taekwondo MASC 10 14 años										
PROM	12,57	1	47,61	157,2	0,61	0,64	0,68	0,49	0,45	0,29
DS	1,07	0	10,86	10,11	0,37	0,59	0,98	0,27	0,32	0,35
								0,95	1,1	2,34
Taekwondo fem 10 14 años										
PROM	12,17	0	45,67	154,1	0,79	0,84	1,03	0,57	0,53	0,45
DS	1,15	0	5,65	6,05	0,51	0,58	0,97	0,36	0,35	0,57
								0,94	1,08	2,29
TENIS MASC 12-14 AÑOS										
PROM	13,13	1	49,63	163,5	0,67	0,56	0,74	0,66	0,47	0,39
DS	0,99	0	6,23	6,85	0,24	0,61	1,04	0,23	0,19	0,25
								1,2	1,42	1,9
TENIS FEM 10-14 AÑOS										
PROM	12,22	0	44,79	155,4	0,57	0,61	0,47	0,5	0,73	0,94
DS	1,09	0	8,51	7,72	0,27	0,38	0,42	0,43	0,83	1,63
								0,92	0,83	1,5

Tabla XIX. Datos promedio y desviación estandar de los grupos de estudio de globales masculino y femenino.

MODALIDAD	EDAD	SEXO	PESO	TALLA	XBOA	YBOA	SBOA	XBOC	YBOC	SBOC
Global Masculino N=148										
PROM	13,37	1	56,92	165,23	0,76	0,56	1,87	0,45	0,38	0,25
DS	0,49	0	11,33	8,21	1,25	0,55	9,52	0,27	0,25	0,36
Global Femenino N=131										
PROM	11,61	0	43,31	147,72	0,83	1,95	1,22	0,59	0,65	0,62
DS	0,49	0	43,31	147,72	0,83	1,95	1,22	0,59	0,65	0,62
								0,42	0,9	1,98

Tabla XX. Índice de Romberg, o relación del Centro de Presiones en relación al valor Ojos Abiertos/Ojos Cerrados, tanto en el Eje X, Eje Y, como superficie en el Grupo Control

	ROMB X	ROMB Y	ROMB S
Control Masc			
Masc 9 años	1,27	1,30	2,15
Masc 10 años	1,33	1,42	2,76
Masc 11 años	1,90	1,57	5,68
Masc 12 años	1,65	1,63	4,86
Masc 13 años	1,62	1,32	2,35
Masc 14 años	1,53	1,41	2,69
Control Fem			
Fem 9 años	1,15	1,28	2,07
Fem 10 años	1,36	1,54	3,03
Fem 11 años	1,08	1,20	1,70
Fem 12 años	1,50	1,28	2,41
Fem 13 años	1,25	1,16	2,05
Fem 14 años	1,77	1,42	2,66
Global Masculino	1,55	1,44	3,42
Global Femenino	1,35	1,31	2,32

Tabla XX. Índice de Romberg, o relación del Centro de Presiones en relación al valor Ojos Abiertos/Ojos Cerrados, tanto en el Eje X, Eje Y, como superficie en el Grupo Talentos

Grupo Talentos	ROMB X	ROMB Y	ROMB S
Atletismo masculino 10-14 años	1,56	1,42	3,70
Atletismo fem 10-14 años	1,56	1,20	1,38
D.Equipo 12 14 años masc	1,08	1,03	0,77
Gimnasia Masc 13 Años	4,05	7,80	5,57
Gimnasia Fem 9 - 14 Años	0,99	4,56	1,94
A.Marciales masc 12-13 años	1,19	1,71	2,04
A.Marciales fem 11-13 años	1,47	1,33	2,62
Natacion masc 9-14 años	1,58	1,38	2,97
Natacion fem 9-14 años	1,23	1,01	0,94
D. Raqueta Masc 12-13 Años	1,63	1,09	1,70
D. Raqueta Fem 9 Años	0,97	0,67	0,55
Global Masculino	1,69	1,47	7,48
Global Femenino	1,41	3,00	1,97

Todos los valores obtenidos, en ámbos grupos están dentro de la normalidad, comparados con los datos de la literatura^[138].

Para exponer los resultados los vamos a acompañar de gráficos que son más expresivos de la realidad. Inicialmente exponemos los grupos de trabajo, en relación a su apoyo plantar, según la clasificación anteriormente mencionada. Así vemos que el grupo control y de talentos femenino^(Ilustración 45) tiene preferentemente apoyo normal y cavo, con una mayor presencia de cavos en los talentos. Datos similares se presentan en el grupo masculino^(Ilustración 46).

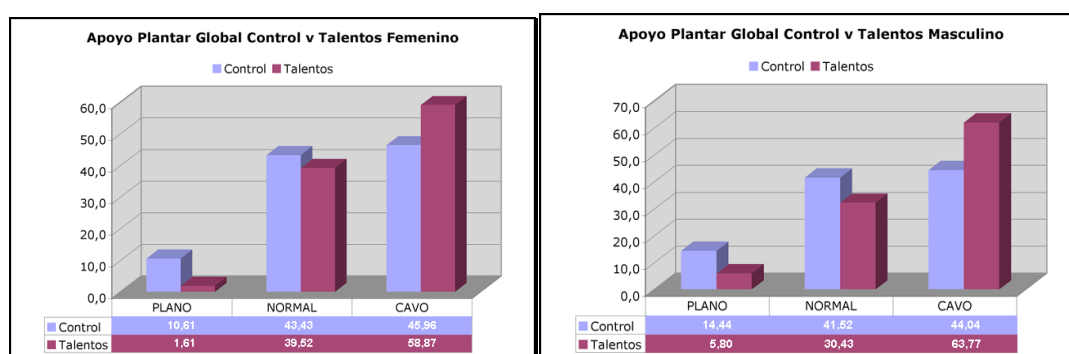


Ilustración 45. Porcentaje de Apoyo Global Femenino Grupo Control versus Grupo Talentos. Se observa tiene preferentemente apoyo normal y cavo, con una mayor presencia de cavos en los talentos. **Ilustración 46.** Porcentaje de Apoyo Global Masculino Grupo Control versus Grupo Talentos. Se observa tiene preferentemente apoyo normal y cavo, con una mayor presencia de cavos en los Talentos.

Cuando incorporamos la variable de la edad, en el Grupo Control femenino se observa una mayor cantidad de pies cavos y normales, sin una tendencia clara en función de la edad ^(Ilustración 47). Sin embargo, en el Grupo Control masculino ^(Ilustración), se observa un desplazamiento de la tendencia

desde un mayor cavismo en el grupo de menor edad, pasando por valores similares, entre cavos y normales, en el grupo medio (11-12 años), hasta el grupo de 13-14, donde los predominante es el apoyo normal.

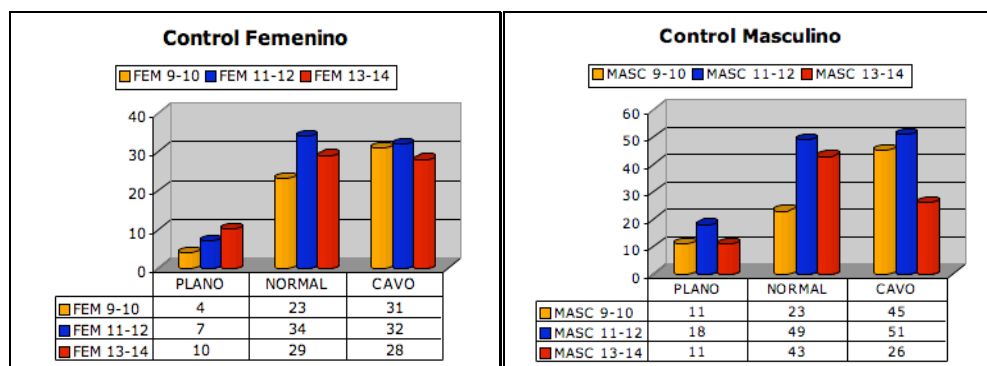


Ilustración 47. Histograma de barras con el grupo Control Femenino, distribuido por 3 grupos de edades 9-10; 11-12 y 13-14. No se observa una diferencia en función de la edad.

Ilustración 48. Histograma de barras con el grupo Control Masculino, distribuido por 3 grupos de edades 9-10; 11-12 y 13-14. No se observa una diferencia en función de la edad.

Sin embargo cuando valoramos el grupo de Talentos, tanto el grupo femenino como el masculino, se observa una tendencia de un mayor apoyo cavo^(Ilustración 49-50), tendencia más marcada según avanza la edad, con diferencias significativas entre los tres grupos de edad.

Cuando comparamos los dos grupos en forma de porcentaje, Control y Talentos se observa que hay más pies cavos entre la población deportista femenina que en el grupo control^(Ilustración 51). Diferenciando por edades vemos como en la edad de 13/14 años, hay mayor número de apoyos cavos en el Grupo Talentos que en el Grupo Control^(Ilustración 52).

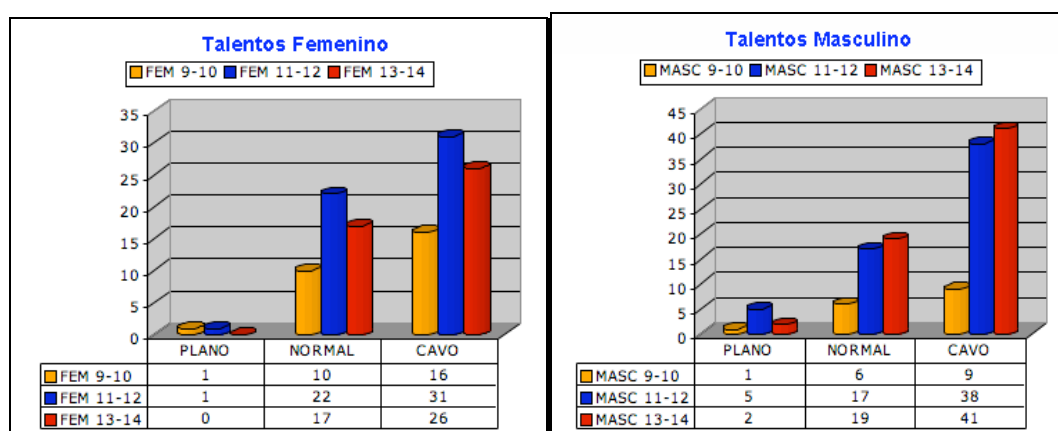


Ilustración 49. Histograma de barras con el grupo Talentos Masculino, distribuido por 3 grupos de edades 9-10; 11-12 y 13-14. **Ilustración 50.** Histograma de barras con el grupo Talentos Femenino, distribuido por 3 grupos de edades 9-10; 11-12 y 13-14.

En la figura (Ilustración 53) se observan los datos del apoyo plantar diferenciado por deportes, de forma absoluta y relativa. En la misma se observa una variabilidad en función del deporte, tal y como lo recoge la literatura, donde hay una tendencia al cavismo o al planismo en función del deporte practicado.

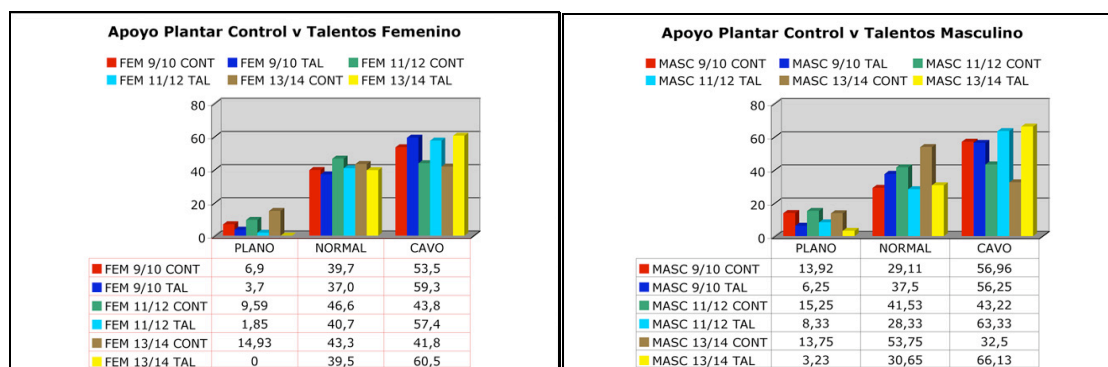


Ilustración 51. Porcentaje del Apoyo Plantar Femenino de los Controles versus Talentos desglosado por edades. **Ilustración 52.** Porcentaje del Apoyo Plantar Masculino de los Controles versus Talentos desglosado por edades.

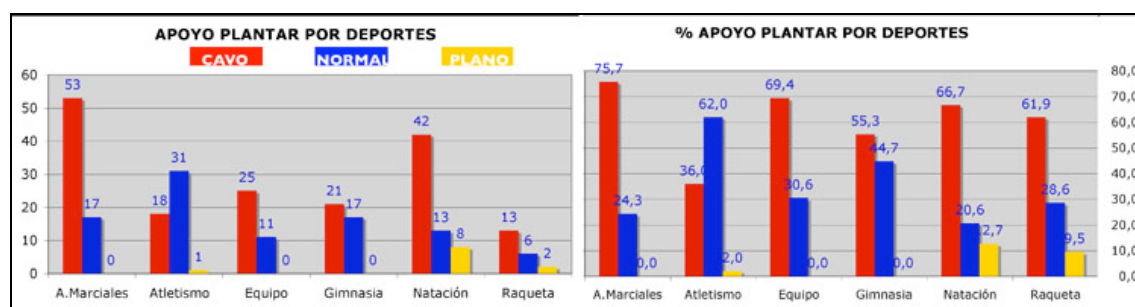


Ilustración 53. Tipo de apoyo plantar por deportes, en valor absoluto y relativo.

Valores en función del género

Al analizar los resultados del Grupo Control se observa una tendencia de mejor equilibrio en las mujeres frente a los hombres^(Ilustración 54), en los 6 parámetros analizados, con una significación estadística del 95%, en cuatro de ellos. Cuando se valora en el apoyo monopodal, se mantiene esta tendencia, con un mejor equilibrio en 10 de los 12 parámetros, con diferencias significativas ($p > 95\%$) en 5 de los mismos^(Ilustración 55).

Sin embargo cuando se trata del grupo de Talentos y en el apoyo bipodal^(Ilustración 56), son los varones que tienen mejor estabilidad, cuando se compara el grupo de forma global, en cinco de los 6 parámetros, con una significación estadística del 95%, sólo en dos parámetros, coincidiendo con los encontrado por Edwards^[286].

Por otro lado, cuando valoramos el apoyo monopodal es el grupo femenino tiene valores más bajos (mejor equilibrio) que el masculino en

Monopodal (Menores en 9 de 12; uno igual y mayores en 2)^(Ilustración 57), aunque no presentan significación estadística.

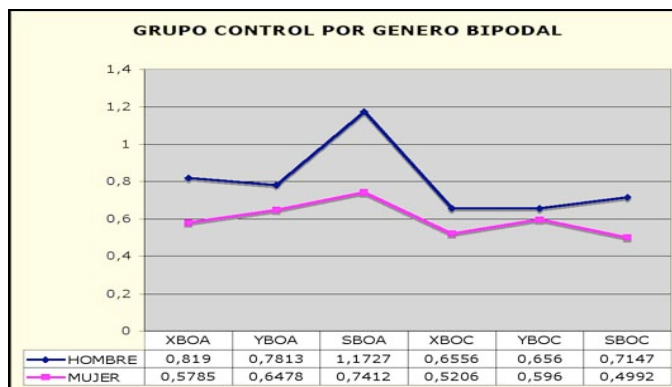


Ilustración 54. Valores Bipodales en el Grupo de Control valorados por Género

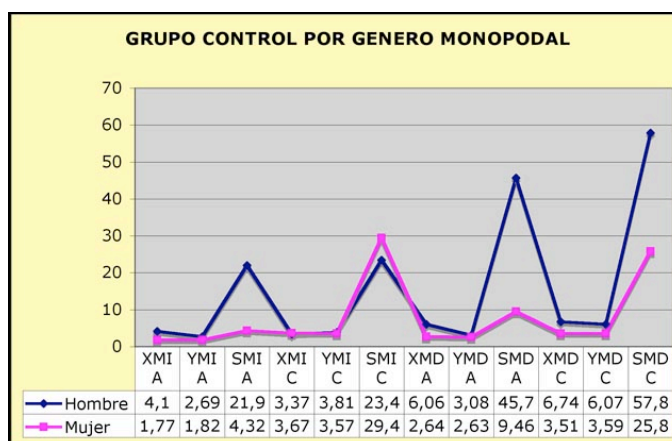


Ilustración 55. Valores Monopodales en el Grupo de Control valorados por Género

En el estudio monopodal son las niñas las que tienen mejor equilibrio.

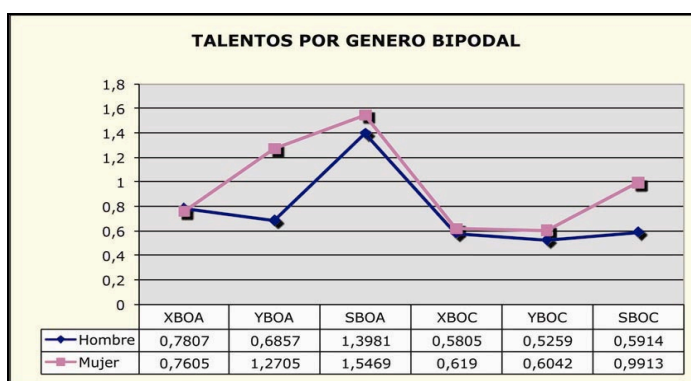


Ilustración 56. Valores Bipodales en el grupo de Talentos valorados por Género

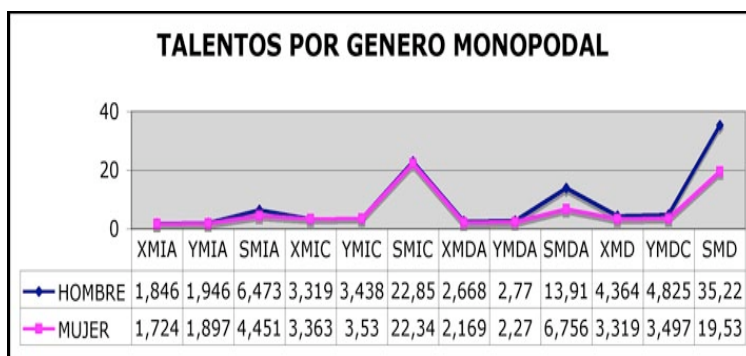


Ilustración 57. Valores Monopodales en el grupo de Talentos valorados por Género

Valores en función de la edad

Cuando se comparan los grupos de edades en el Grupo Control se observa una tendencia de mejor equilibrio según aumenta la edad. En este caso también se aprecian diferencias significativas al 95% en cinco de los seis parámetros en apoyo bipodal^(Ilustración 58), como en monopodal^(Ilustración 59). Cuando se analizan los subconjuntos por género, se observa una diferencia significativa del grupo de 9-10 con el de 13-14 en todos los apartados menos el SBOA. En los grupos de 9-10 frente al de 11-12, y éste con el 13-14 sólo se obtiene una tendencia, de mejor equilibrio según aumenta la edad^(Ilustración 60)^(Ilustración 61)^(Ilustración 62).

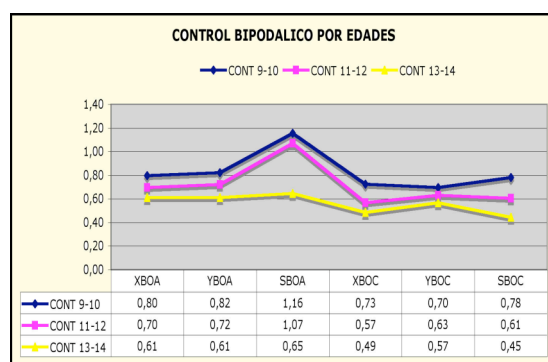


Ilustración 58. Valores Bipodales del Grupo Control según la edad.

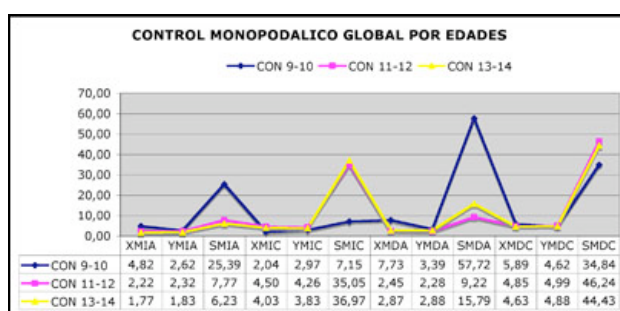
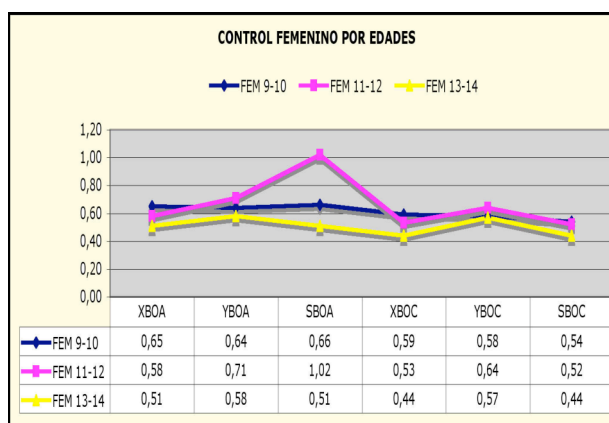
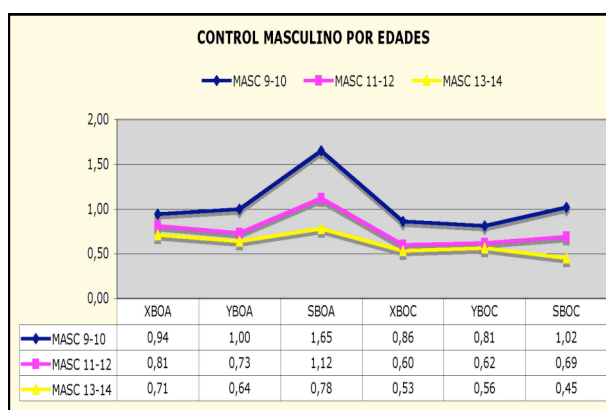
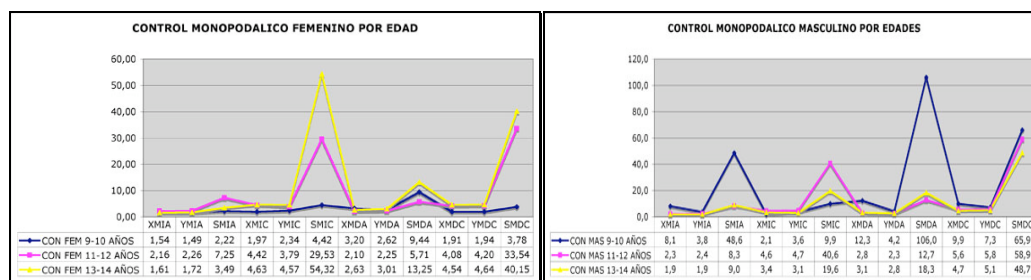


Ilustración 59. Valores Monopodales Globales del grupo Control según la edad.**Ilustración 60.** Valores Bipodales del Grupo Control Femenino según la edad.**Ilustración 61.** Valores Bipodales del Grupo Control Masculino según la edad. 58
Valores Monopodales del Grupo Control Masculino según la edad.**Ilustración 62.** Valores Monopodales Femenino y Masculino del Grupo Control según la edad.

Grupo Talentos v Grupo Control Bipodal diferenciados por Género

Femenino 9-10. Se observa una tendencia de mejor equilibrio en los Controles frente los Talentos, en todos los parámetros. No significativo estadísticamente.

Femenino 11-12. Se observa una tendencia de mejor equilibrio en los Controles frente los Talentos, en todos los parámetros. No significativo estadísticamente.

Femenino 13-14. Se observa una tendencia de mejor equilibrio en los Controles frente los Talentos, en todos los parámetros, salvo YBOC. Sólo significativo estadísticamente($p>95\%$) en el parámetro YBOC.

Masculino 9-10. Se observa una tendencia de mejor equilibrio en los Talentos frente a los Controles, en todos los parámetros, salvo SBOC. No significativo estadísticamente

Masculino 11-12. Se observa una tendencia de mejor equilibrio en los Talentos frente a los Controles, en todos los parámetros. No significativo estadísticamente.

Masculino 13-14. Se observa una tendencia de mejor equilibrio en los Talentos frente a los Controles, en los parámetros de ojos cerrados. En relación a los ojos abiertos no se aprecia una tendencia clara en ninguno de los dos sentidos. No significativo estadísticamente

Es decir, se presenta una situación curiosa. Mientras que en el grupo femenino el grupo control presenta un mejor equilibrio, en los tres grupos de edad, en los varones, es en el grupo de talentos, donde obtienen los valores más bajos.

Por otro lado en el grupo Talentos, se aprecia un mejor equilibrio en las mujeres cuando se realiza con los ojos cerrados, frente a ojos abiertos, pero siendo significativo a la diferencia cuando se trata de los grupos de 11-12 y el 13-14, existiendo sólo la diferencia, no significativa en el grupo 9-10 [109, 121-123](Ilustración 63)(Ilustración 64)(Ilustración 65)(Ilustración 66)(Ilustración 67)(Ilustración 68)

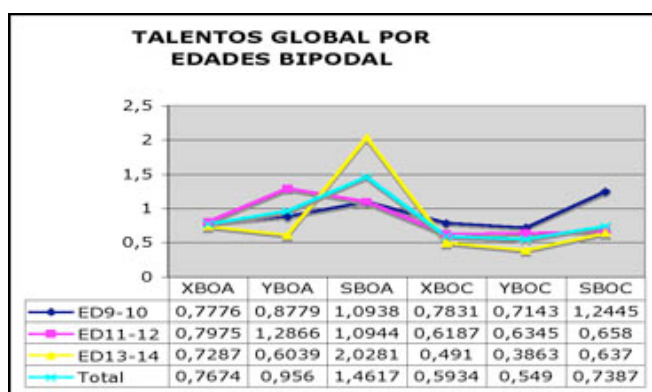


Ilustración 63. Valores globales bipodales del grupo talentos según la edad.

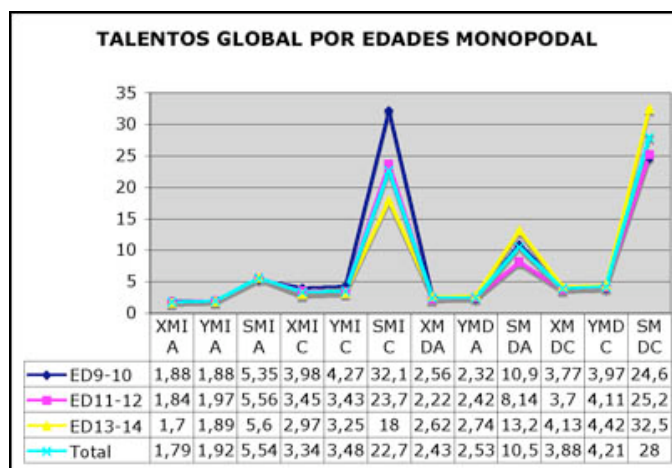


Ilustración 64. Valores globales monopodales del grupo talentos según la edad.

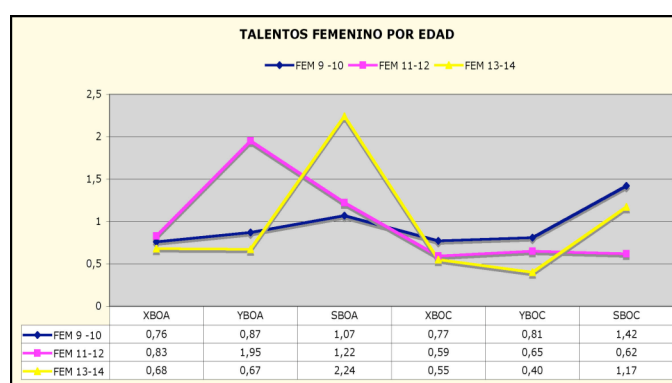


Ilustración 65. Valores globales bipodales femenino del grupo talentos según la edad.

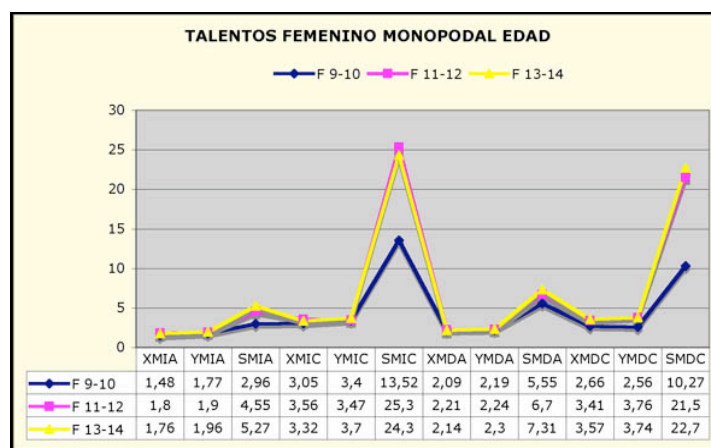


Ilustración 66. Valores globales monopodales femenino del grupo talentos según la edad.

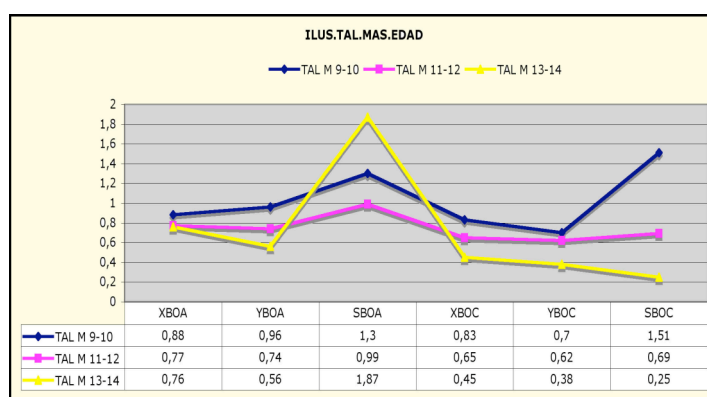


Ilustración 67. Valores Globales Bipodales Masculino del Grupo Talentos según la edad.

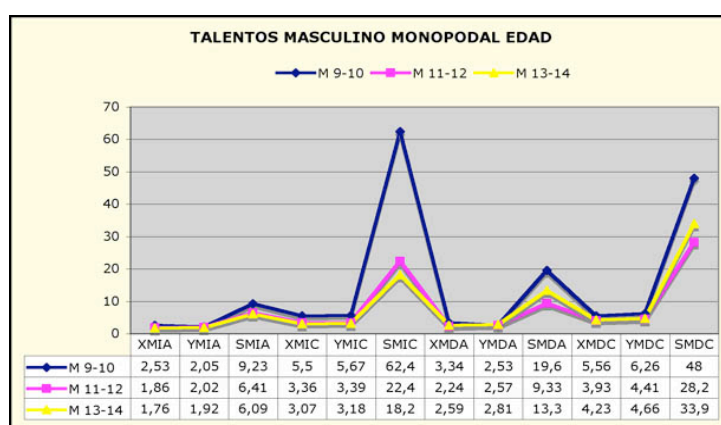


Ilustración 68. Valores Globales Monopodales Masculino del Grupo Talentos según la edad.

En el grupo de talentos, en el apoyo bipodal se observa un mejor equilibrio en las edades mayores, con diferencias significativas con el grupo de las edades de 9-10 y 11-12^(Ilustración 63). Entre estos dos grupos no aparecen diferencias ya que obtienen distintos resultados en función de los ejes, cuestión que valoraremos más adelante.

En el apoyo monopodal no se observa una tendencia clara^(Ilustración 64).

Al diferenciarlo según el sexo, en bipodal, siguen una tendencia similar de mejor apoyo según avanza la edad^(Ilustración 65) ^(Ilustración 67). Sin embargo cuando se observa el apoyo monopodal consiguen unos valores de mejor equilibrio el grupo más joven^(Ilustración 66). Por el contrario el grupo masculino sigue la tendencia observada en el apoyo bipodal de mejor equilibrio según avanza la edad^(Ilustración 68).

En el caso de los varones sigue la tendencia de tener mejor equilibrio con ojos cerrados que con abiertos, pero en este caso, la diferencia no estadísticamente significativa. En relación a la edad, en el grupo de 9-10 años frente a l 11-12, hay diferencias de mejor equilibrio en 11 de los 12 parámetros,

en el de mayor edad, con significación estadística en 9; en el 11-12 frente 13-14 no se observa diferencia alguna; y 9-10 frente a 13-14 hay diferencias en 11 de los 12 parámetros, con significación estadística en 8 de ellos.

Valores en función del tipo de huella.

En contra de lo que se pudiera pensar, que el apoyo normal es el apoyo con mayor equilibrio, en la muestra analizada, tanto en el control como en el de Talentos, se observa un mejor equilibrio con el apoyo cavo^(Ilustración 69)(Ilustración 70)(Ilustración 71)(Ilustración 72)(Ilustración 73). En el caso del grupo control femenino^(Ilustración 70) la secuencia observada es cavo-normal-plano; en cambio en el grupo control masculino^(Ilustración 71) es cavo-plano-normal. En el caso del grupo talentos, tanto en estudio bipodal^(Ilustración 72) como monopodal^(Ilustración 73), vemos que tienen mejor equilibrio los de apoyo plano, seguido de cavo y por ultimo normal. En cualquier caso no hay significación estadística. Además la población del grupo Talentos con apoyo plano son de 3,7; 1,85 y 0 % en grupo femenino y 6,25; 8,33 y 3,23% en grupo masculino de los tres grupos de edad 9-10, 11-12 y 13-14 respectivamente. Así mismo se observa que los que mejor equilibrio tienen son el grupo de gimnasia, en el cual es primordialmente de apoyo cavo.

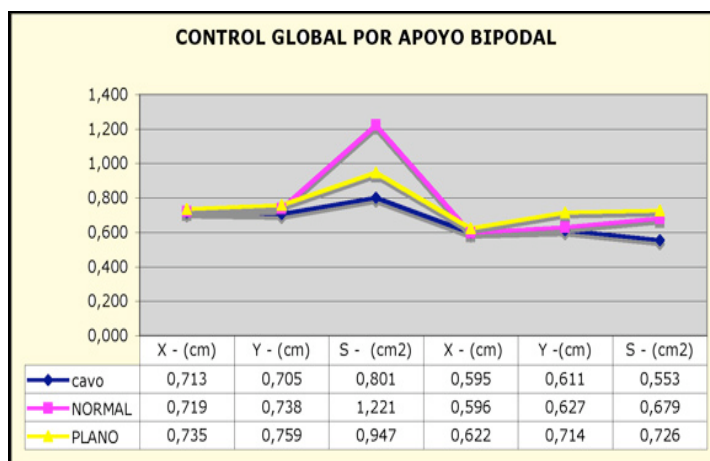


Ilustración 69. Valores Globales Bipodales del Grupo Control según el tipo de huella.

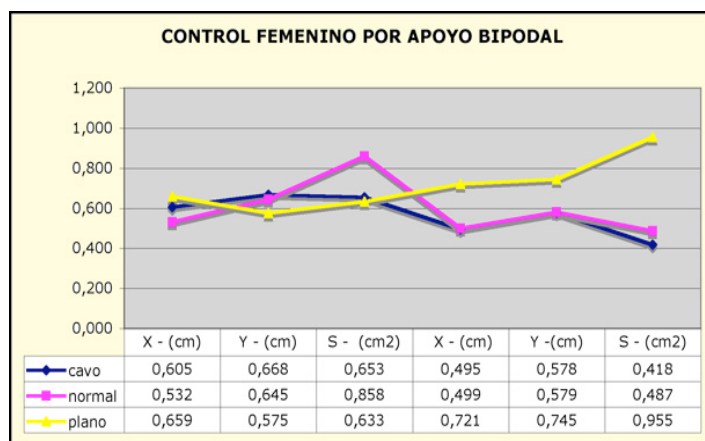


Ilustración 70. Valores Globales Bipodales del Grupo Control Femenino según el tipo de huella

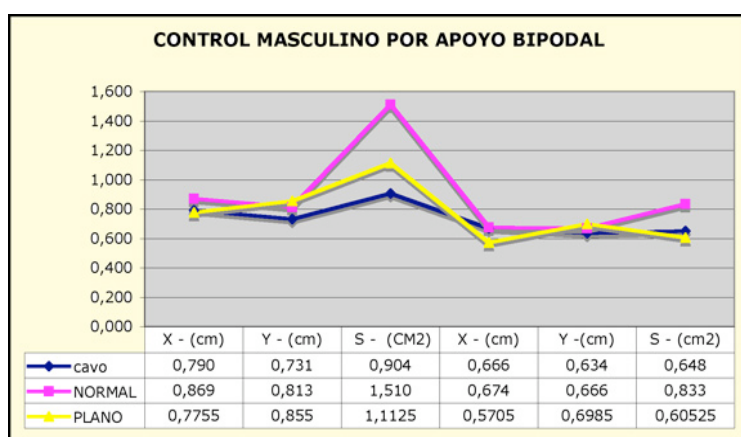


Ilustración 71. Valores Globales Bipodales del Grupo Control Masculino según el tipo de huella

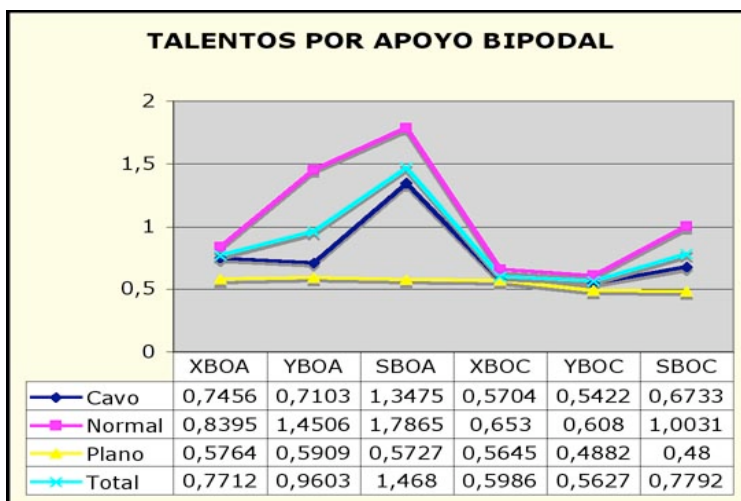


Ilustración 72. Valores Globales Bipodales del Grupo Talentos según el tipo de huella

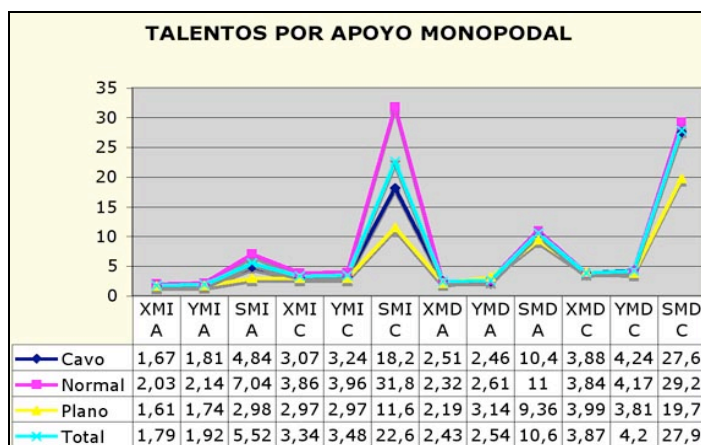


Ilustración 73. Valores Globales Monopodales del Grupo Talentos según el tipo de huella

VALORACION BIPODAL

Grupo Talentos, por deportes v Grupo Control

1. Artes Marciales

Artes Marciales ED9-10. Se observa una tendencia de mejor equilibrio de los Talentos de A. Marciales frente a lo controles en todos los parámetros. Pero no presenta significación estadística.

Artes Marciales ED11-12. No se observa una tendencia de mejor equilibrio de los Talentos de A. Marciales frente a lo controles salvo en los parámetros de superficie, además del parámetro de YBOC. Es decir, en 3 de los 6 parámetros. Por lo tanto no presenta una tendencia clara.

Artes Marciales ED13-14. Se observa una tendencia de mejor equilibrio de los Talentos de A. Marciales frente a lo controles en todos los parámetros. Presenta significación estadística al 95% cuando se realiza con los ojos cerrados en el eje Y y superficie (en 2 de los parámetros).

En este grupo, se aprecia un mejor equilibrio en el grupo de A. Marciales frente a los controles, aunque no hay una significación estadística clara.

2. Atletismo

Atletismo ED9-10. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en todos los parámetros. No presenta significación estadística.

Atletismo ED11-12. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en todos los parámetros. No es estadísticamente significativa.

Atletismo ED13-14. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en todos los parámetros, menos XBOC e YBOC. No hay significación estadística.

Globalmente, se aprecia un mejor equilibrio en el grupo Control frente a los de Atletismo, aunque sin significación estadística.

3. Deportes de Equipo

Deportes de Equipo. ED9-10. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo Talentos, presente en todos los parámetros. No presenta significación estadística, salvo en un parámetro (SBOC).

Deportes de Equipo. ED11-12. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, en los ojos cerrados, frente a los talentos que lo tienen con los ojos abiertos, por lo que no presenta una tendencia clara.

Deportes de Equipo. ED13-14. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en todos los parámetros, menos en el XBOC. No es significativa estadísticamente.

En este grupo, se aprecia un mejor equilibrio en el grupo de Deportes de Equipo frente a los controles, salvo en el apartado más joven. No hay una tendencia clara en ningún sentido.

4. Gimnasia

Gimnasia ED9-10. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en cuatro de los seis parámetros. Sin diferencia estadísticamente significativas.

Gimnasia ED11-12. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo Talentos, presente en todos los parámetros, salvo en el parámetro

YBOA. No es significativa estadísticamente.

Gimnasia ED13-14. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en todos los parámetros, salvo en uno, aunque no estadísticamente significativa.

En este grupo, no se aprecia una tendencia de mejor equilibrio en ninguno de los dos sexos.

5. Natación

Natación ED9-10. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en todos los parámetros. No significativa estadísticamente

Natación ED11-12. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en 4 parámetros de los seis parámetros. No significativa estadísticamente

Natación ED13-14. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en 4 parámetros de los seis parámetros. No significativa estadísticamente

Globalmente, se aprecia un mejor equilibrio en el grupo Control frente a los de Natación, aunque sin significación estadística.

6. Raqueta

Raqueta ED9-10. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en. No significativa estadísticamente

Raqueta ED11-12. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en los parámetros de ojos cerrados, frente a los talentos que lo presentan con ojos abiertos. No significación estadística

Raqueta ED13-14. Presenta una tendencia de mejor equilibrio en el grupo control, presente en 4 de los 6 parámetros. No es significativa

Globalmente, se aprecia un mejor equilibrio en el grupo Control frente a los de Raqueta, aunque sin significación estadística.

VALORACION MONOPODAL

Talentos v Control

Se valora de forma global el Grupo Control frente al Grupo Talentos, sin tomar en cuenta la edad, género, tipo de apoyo o deporte. Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Talentos en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 7 de los valores (Ilustración 74.).

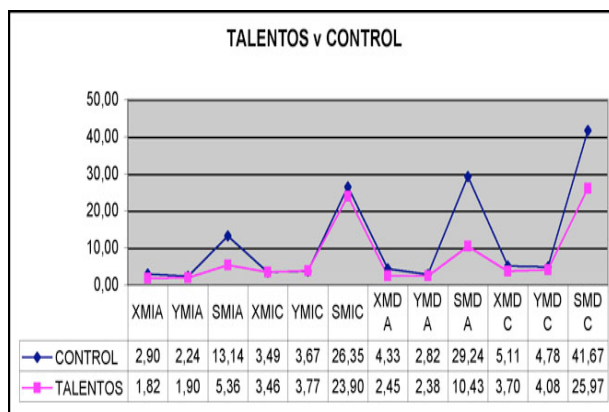


Ilustración 74. Valores Monopodales del Grupo Control versus Talentos

Talentos v Control por Edades

Se valora de forma global el Grupo Control frente al Grupo Talentos, diferenciado los grupos de edad, pero sin tomar en cuenta el género, tipo de apoyo o deporte.

Grupo de 9-10 años (Ilustración 75). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Talentos en 9 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores.

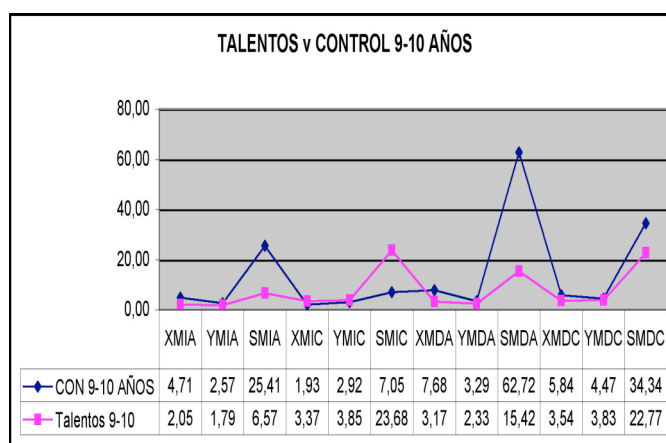


Ilustración 75. Valores Monopodales de 9-10 años del Grupo Control versus Talentos

Grupo de 11-12 años^(Ilustración 76). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Talentos en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

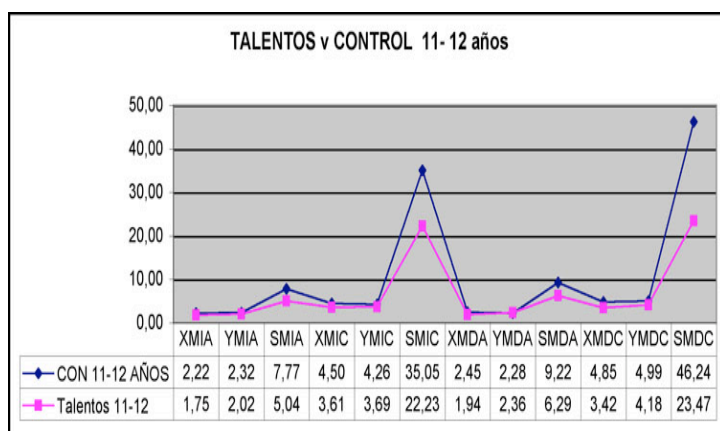


Ilustración 76. Valores Monopodales de 11-12 años del Grupo Control versus Talentos

Grupo de 13-14 años^(Ilustración 77). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Talentos en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 4 de los valores.

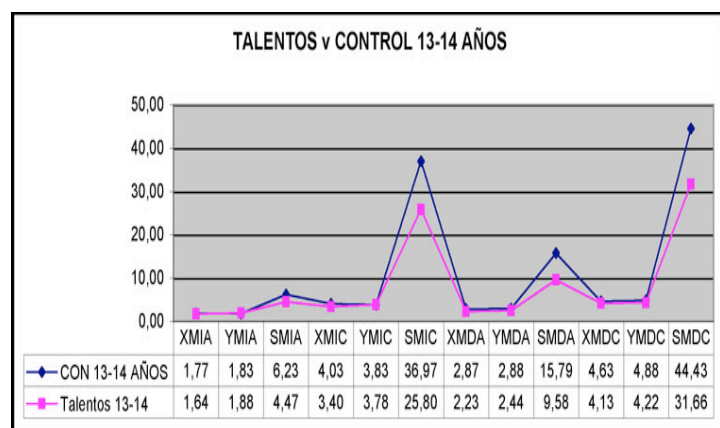


Ilustración 77. Valores Monopodales de 13-14 años del Grupo Control versus Talentos

Al enfrentar los valores monopodales masculinos^(Ilustración 78) a la edad de 9-10 años se observa unos valores más bajos en los Talentos en 9 de los 12 valores. En cambio en el grupo femenino^(Ilustración 79) esta tendencia se invierte en 8 de los 12 casos.

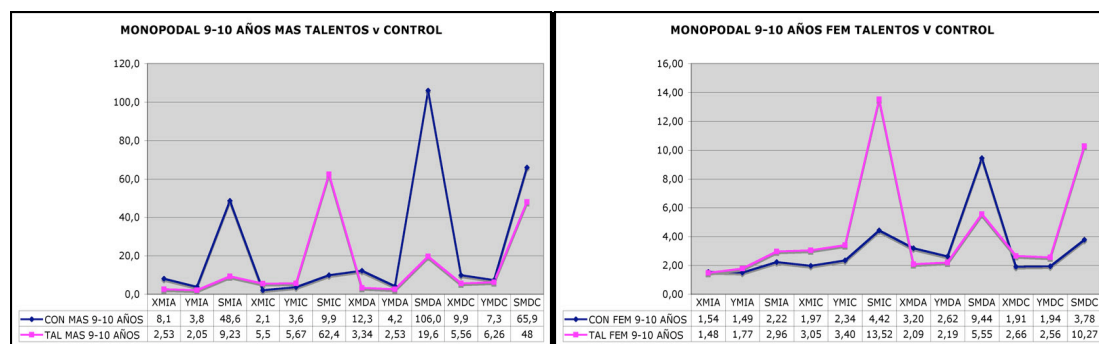


Ilustración 78. Valores Monopodales de 9-10 años del Grupo Control versus Talentos Masculino. **Ilustración 79.** Valores Monopodales de 9-10 años del Grupo Control versus Talentos Femenino.

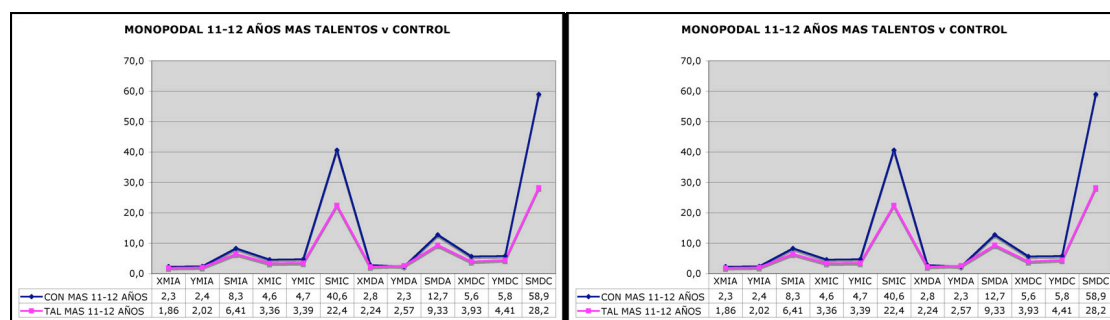


Ilustración 80. Valores Monopodales de 11-12 años del Grupo Control versus Talentos Masculino. **Ilustración 81.** Valores Monopodales de 11-12 años del Grupo Control versus Talentos Femenino.

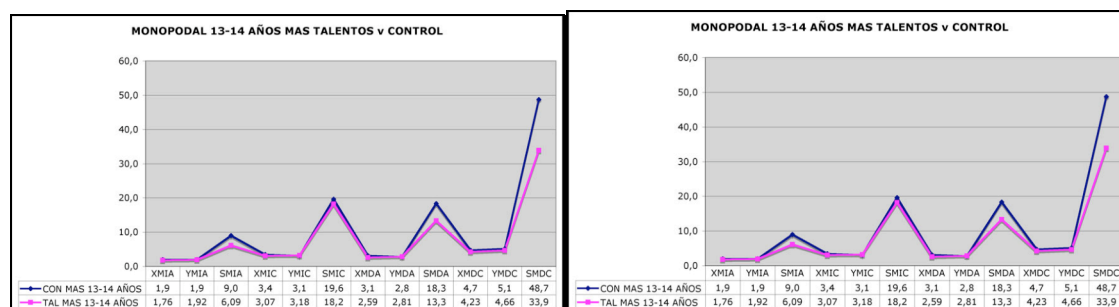


Ilustración 82. Valores Monopodales de 13-14 años del Grupo Control versus Talentos Masculino. **Ilustración 83.** Valores Monopodales de 13-14 años del Grupo Control versus Talentos Femenino.

Sin embargo cuando se enfrentan los grupos de edad de 11-12 y 13-14, tanto en masculino como en femenino, se observan valores más bajos en el grupo de Talentos, 11 sobre 12 valores, en las edades 11-12 años, tanto masculino^(Ilustración 80) como femenino^(Ilustración 81); de 10 sobre 12 valores en la edad de 13-14 años masculino^(Ilustración 82) y 9 sobre 12 en el grupo 13-14 años femenino^(Ilustración 83).

Talentos v Control por Deportes

Se valora de forma global el Grupo Control frente al Grupo Talentos, diferenciado los grupos de Deporte, pero sin tomar en cuenta el género, tipo de apoyo o edad.

Grupo Control v Grupo Atletismo^(Ilustración 84). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Atletismo en 9 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores.

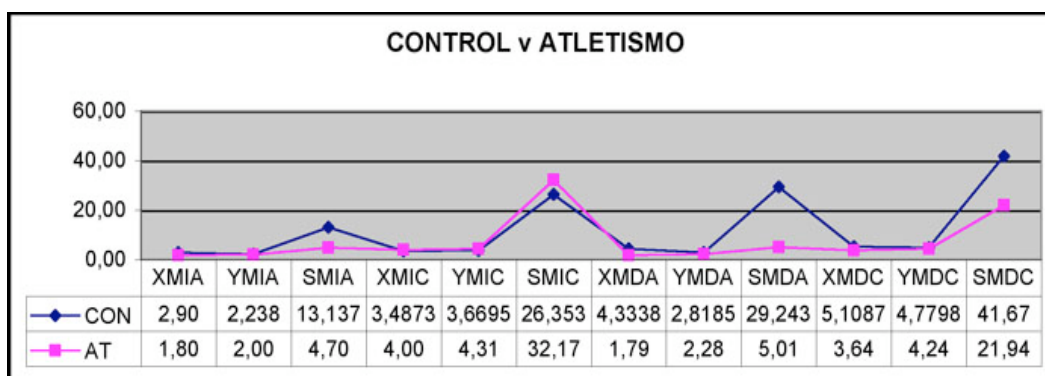


Ilustración 84. Valores Monopodales del Grupo Control versus Grupo Atletismo

Grupo Control v Grupo Gimnasia^(Ilustración 85). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Gimnasia en 12 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 8 de los valores.

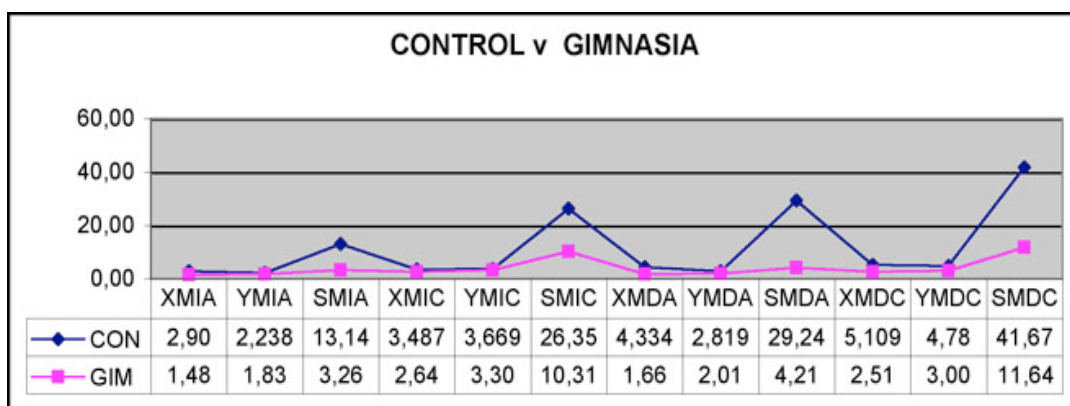


Ilustración 85. Valores Monopodales del Grupo Control versus Grupo Gimnasia

Grupo Control v Grupo A.Marciales^(Ilustración 86). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de A.Marciales en 9 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en sólo 2 de los valores.

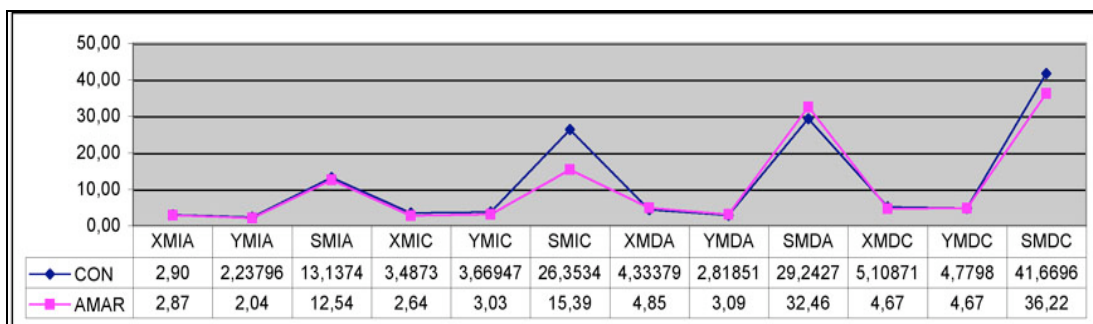


Ilustración 86. Valores Monopodales del Grupo Control versus Grupo Artes Marciales

Grupo Control v Grupo Natación^(Ilustración 87). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Natación en 12 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

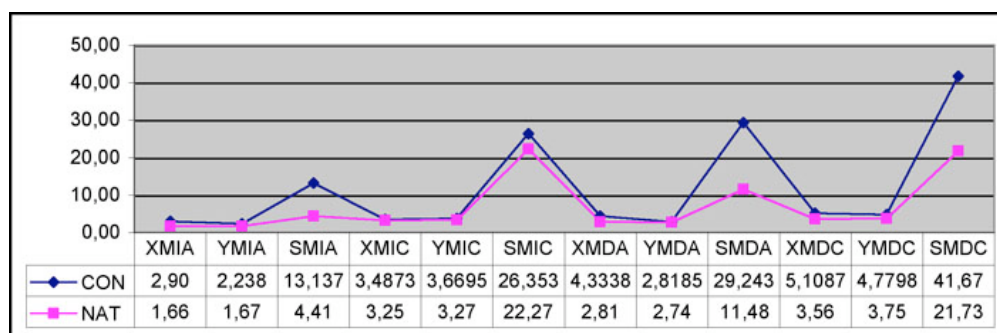


Ilustración 87. Valores Monopodales del Grupo Control versus Grupo Natación

Grupo Control v Grupo Deportes de Raqueta^(Ilustración 88). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Raqueta en 9 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

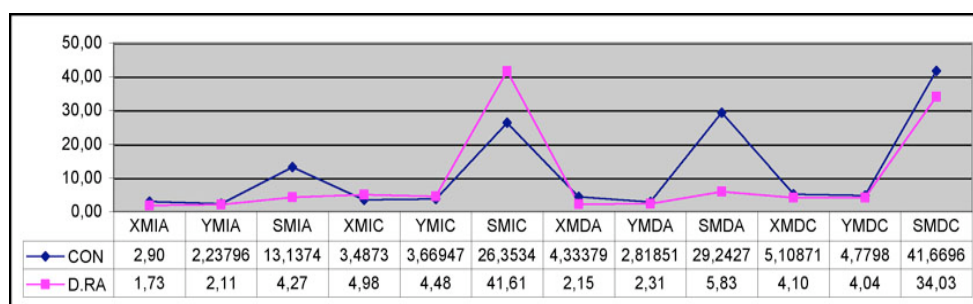


Ilustración 88. Valores Monopodales del Grupo Control versus Grupo Deportes de Raqueta

Grupo Control v Grupo Deportes de Equipo^(Ilustración 89). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Equipo en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores.

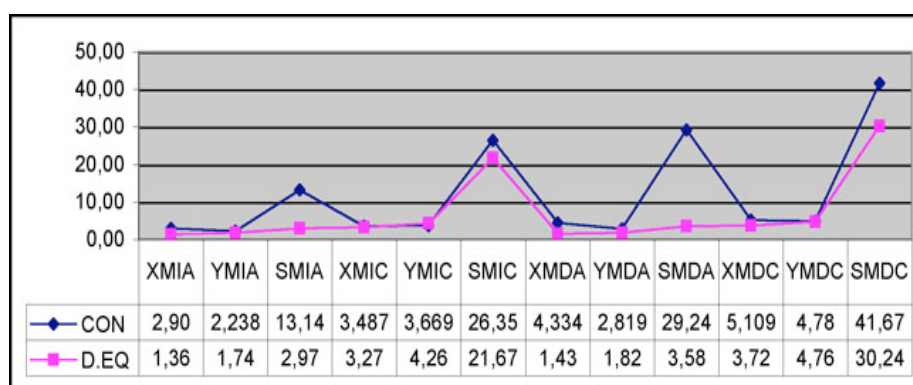


Ilustración 89. Valores Monopodales del Grupo Control versus Grupo Deportes de Equipo

Talentos v Control por Deportes y Edades

Se valora de forma global el Grupo Control frente al Grupo Talentos, diferenciado los grupos de Deporte y Edad, pero sin tomar en cuenta el género o tipo de apoyo.

Grupo Control v Grupo Atletismo en 9-10 años^(Ilustración 90). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Atletismo en 8 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores.

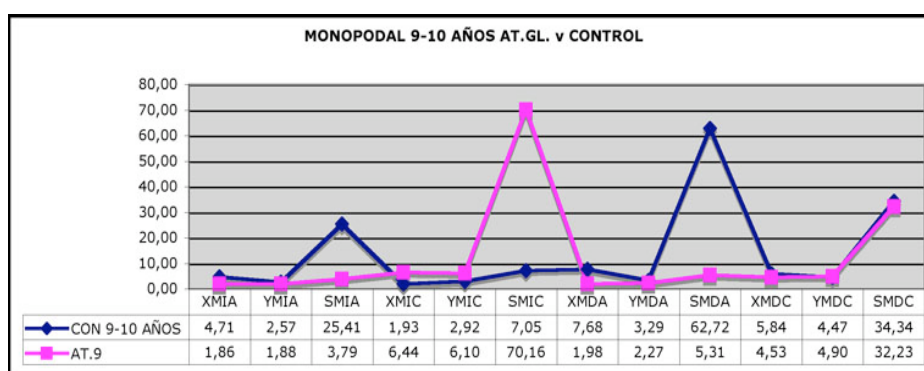


Ilustración 90. Valores Monopodales de 9-10 años del Grupo Control versus Grupo de Atletismo

Grupo Control v Grupo Atletismo en 11-12 años^(Ilustración 91). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Atletismo en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores.

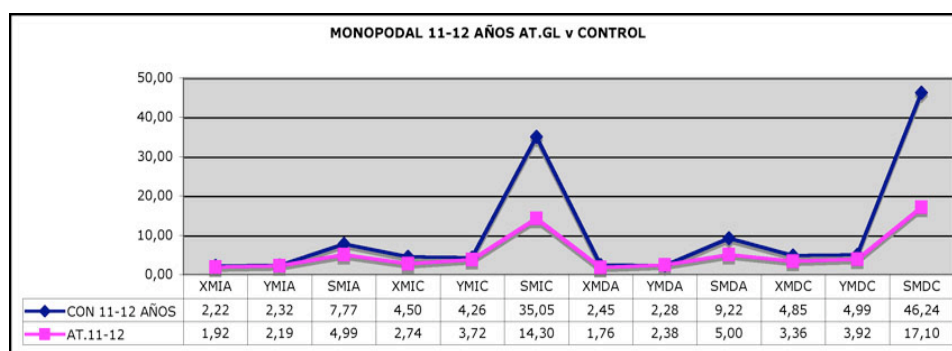


Ilustración 91. Valores Monopodales de 11-12 años del Grupo Control versus Grupo de Atletismo

Grupo Control v Grupo Atletismo en 13-14 años^(Ilustración 92). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Atletismo en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores.

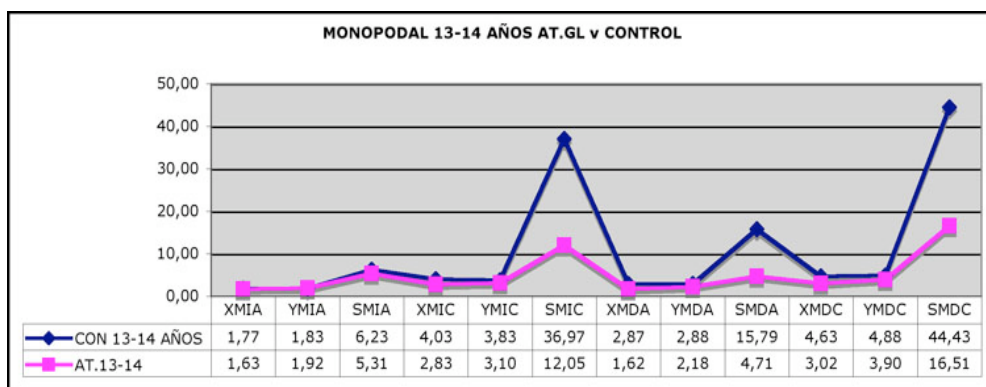


Ilustración 92. Valores Monopodales de 13-14 años del Grupo Control versus Grupo de Atletismo

Grupo Control v Grupo Gimnasia en 9-10 años^(Ilustración 93). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Gimnasia en 9 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 8 de los valores.

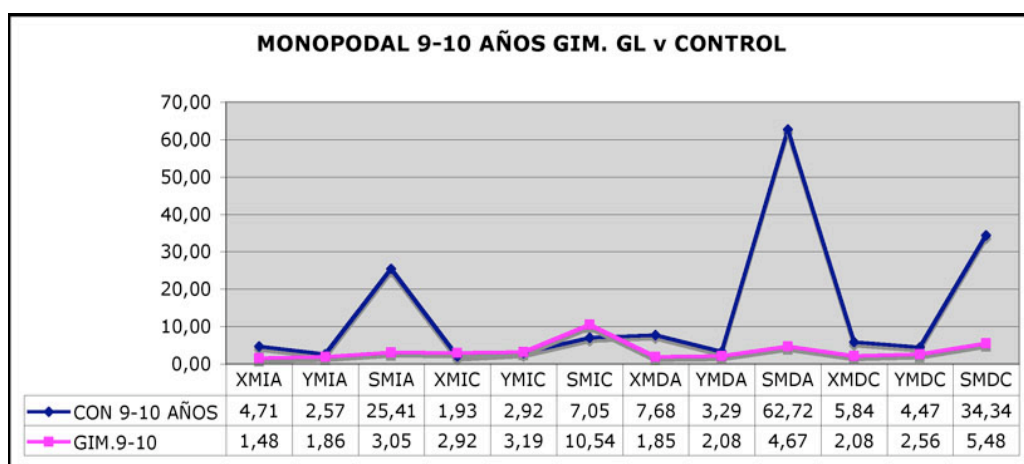


Ilustración 93. Valores Monopodales de 9-10 años del Grupo Control versus Grupo de Gimnasia

Grupo Control v Grupo Gimnasia en 11-12 años^(Ilustración 94). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Gimnasia en 12 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 7 de los valores.

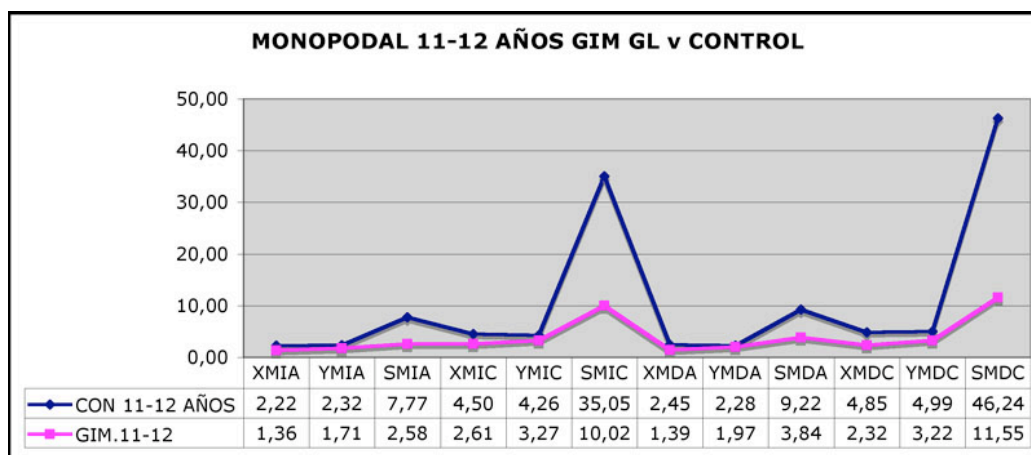


Ilustración 94. Valores Monopodales de 11-12 años del Grupo Control versus Grupo de Gimnasia

Grupo Control v Grupo Gimnasia en 13-14 años^(Ilustración 95). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Gimnasia en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 7 de los valores.

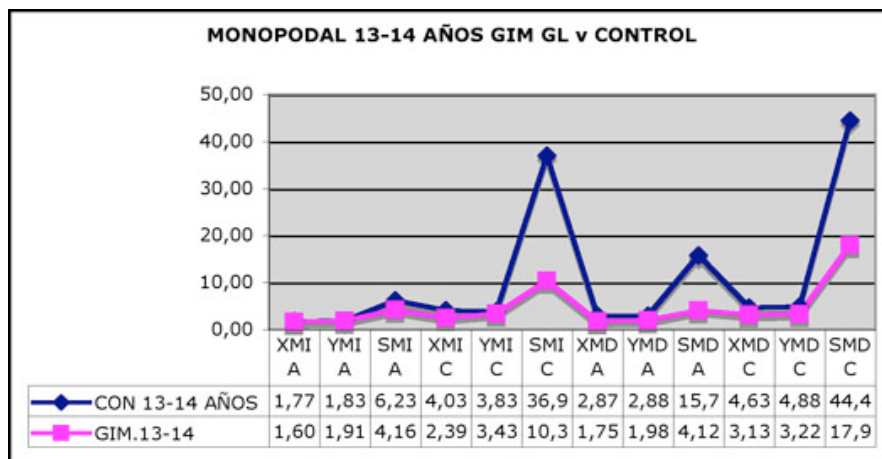


Ilustración 95. Valores Monopodales de 13-14 años del Grupo Control versus Grupo de Gimnasia

Grupo Control v Grupo A.Marciales en 9-10 años^(Ilustración 96). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de A.Marciales en 7 de los 12 valores estudiados, sin diferencias significativas (<95%).

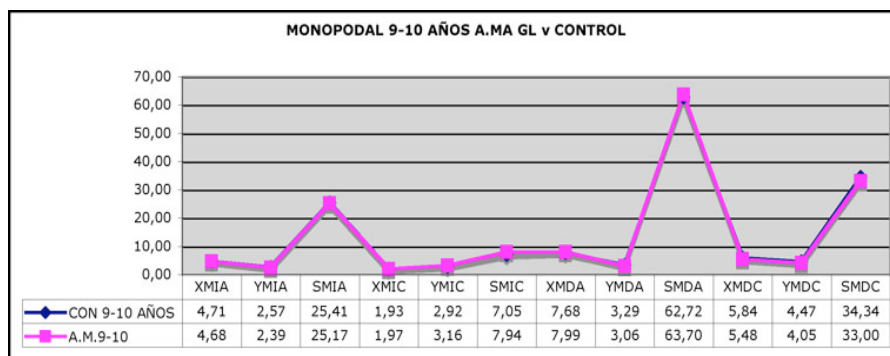


Ilustración 96. Valores Monopodales de 9-10 años del Grupo Control versus Grupo de Artes Marciales

Grupo Control v Grupo A.Marciales en 11-12 años^(Ilustración 97). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de A.Marciales en 9 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 4 de los valores.

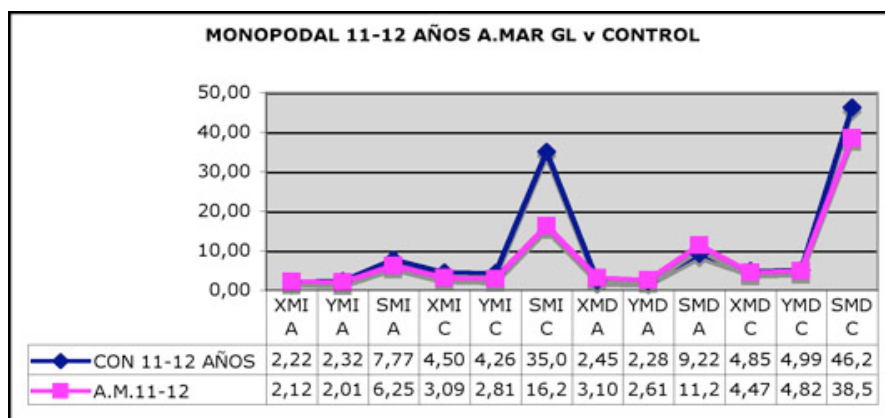


Ilustración 97. Valores Monopodales de 11-12 años del Grupo Control versus Grupo de Artes Marciales

Grupo Control v Grupo A.Marciales en 13-14 años^(Ilustración 98). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de A.Marciales en 7 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 3 de los valores.

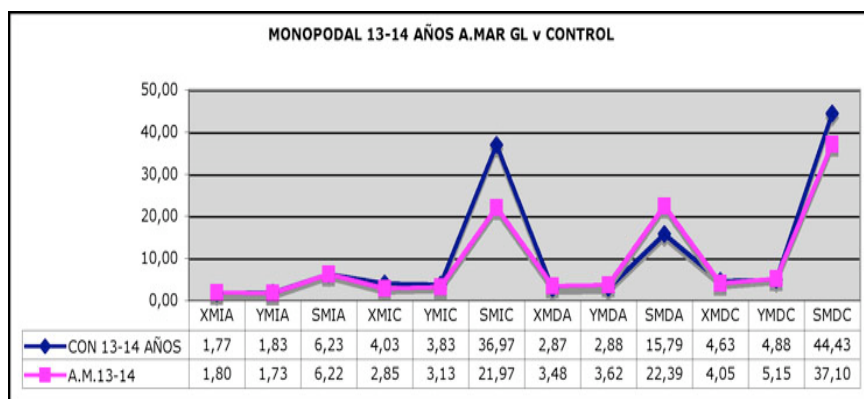


Ilustración 98. Valores Monopodales de 13-14 años del Grupo Control versus Grupo de Artes Marciales

Grupo Control v Grupo Natación en 9-10 años^(Ilustración 99). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Natación en 10 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 9 de los valores.

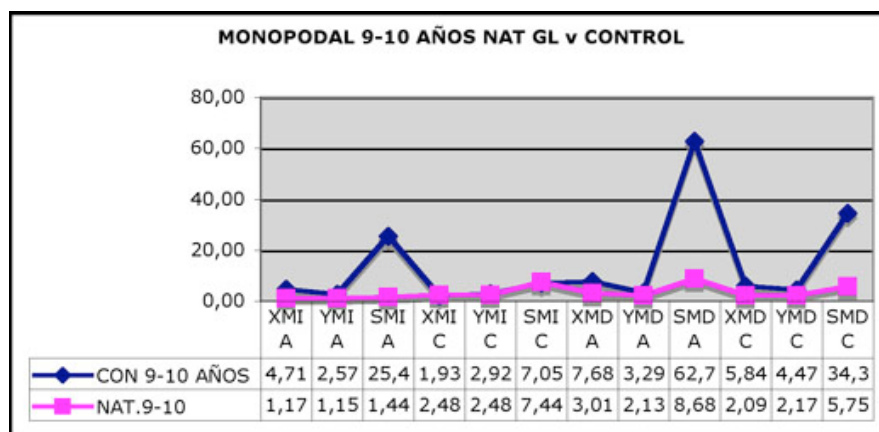


Ilustración 99. Valores Monopodales de 9-10 años del Grupo Control versus Grupo de Natación.

Grupo Control v Grupo Natación en 11-12 años^(Ilustración 100). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Natación en 10 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 2 de los valores.

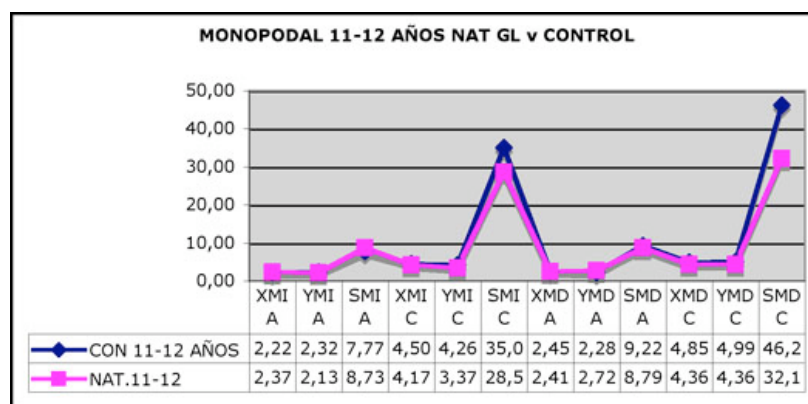


Ilustración 100. Valores Monopodales de 11-12 años del Grupo Control versus Grupo de Natación.

Grupo Control v Grupo Natación en 13-14 años^(Ilustración 101). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Natación en 8 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 3 de los valores.

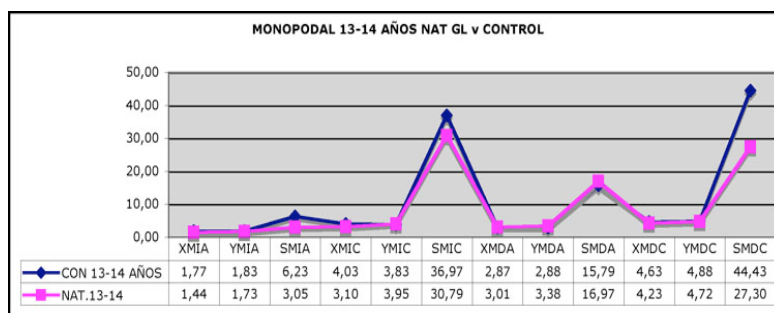


Ilustración 101. Valores Monopodales de 13-14 años del Grupo Control versus Grupo de Natación.

Grupo Control v Grupo Deportes de Raqueta en 9-10 años^(Ilustración 102). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Raqueta en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 7 de los valores.

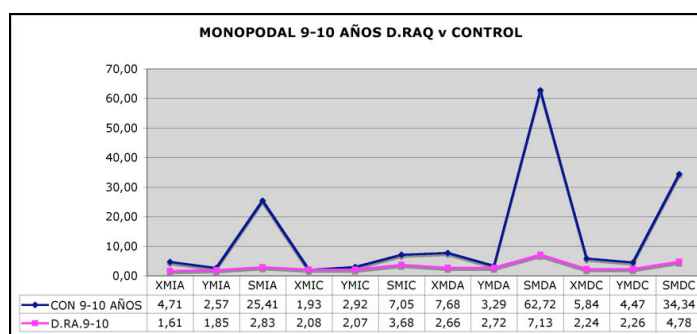


Ilustración 102. Valores Monopodales de 9-10 años del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Raqueta.

Grupo Control v Grupo Deportes de Raqueta en 11-12 años^{(Ilustración}

¹⁰³). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Raqueta en 6 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores, 3 en cada sentido, por lo que no se determina diferencia alguna en este grupo.

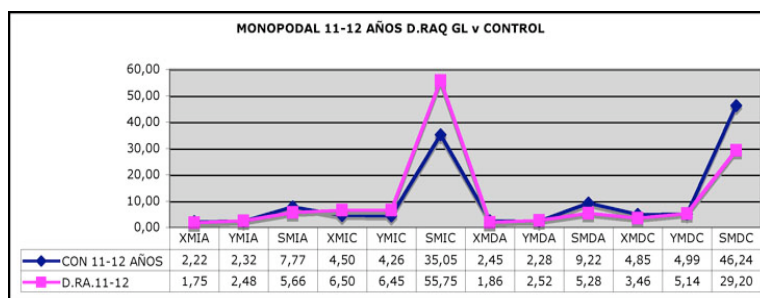


Ilustración 103. Valores Monopodales de 11-12 años del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Raqueta.

Grupo Control v Grupo Deportes de Raqueta en 13-14 años^{(Ilustración}

¹⁰⁴). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo Control frente al de Deportes de Raqueta en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 8 de los valores, 6 en el sentido de los Controles y 2 en sentido inverso.

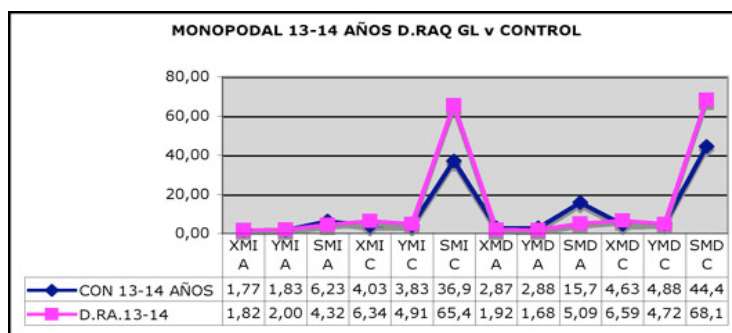


Ilustración 104. Valores Monopodales de 13-14 años del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Raqueta.

En el grupo de Raqueta de forma global, se observa un mejor equilibrio en el grupo control, en las edades mayores.

Grupo Control v Grupo Deportes de Equipo en 9-10 años^(Ilustración 105).

Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Equipo en 7 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores.

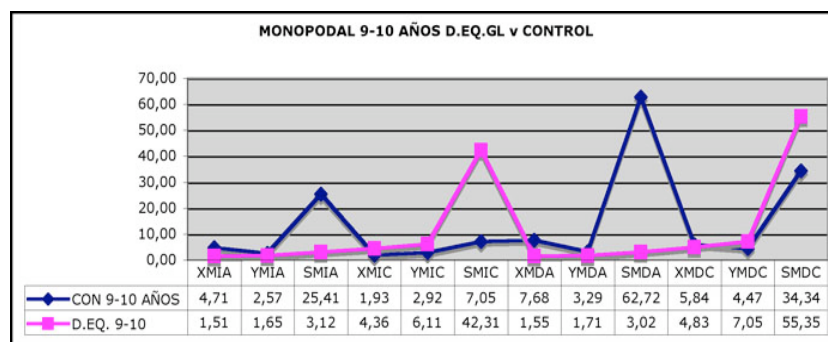


Ilustración 105. Valores Monopodales de 9-10 años del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Equipo.

Grupo Control v Grupo Deportes de Equipo en 11-12 años^(Ilustración 106). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Equipo en 12 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 10 de los valores.

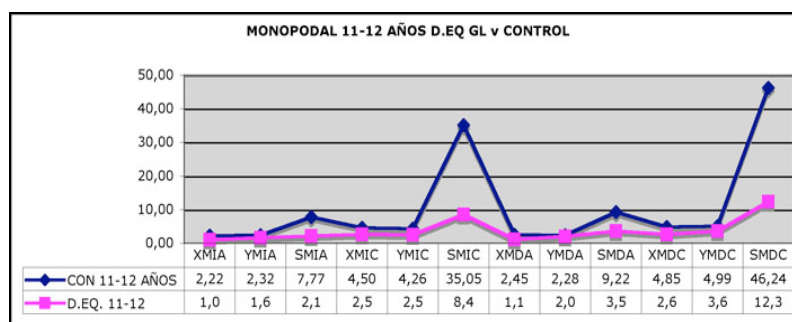


Ilustración 106. Valores Monopodales de 11-12 años del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Equipo.

Grupo Control v Grupo Deportes de Equipo en 13-14 años^(Ilustración 107). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Equipo en 10 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 7 de los valores.

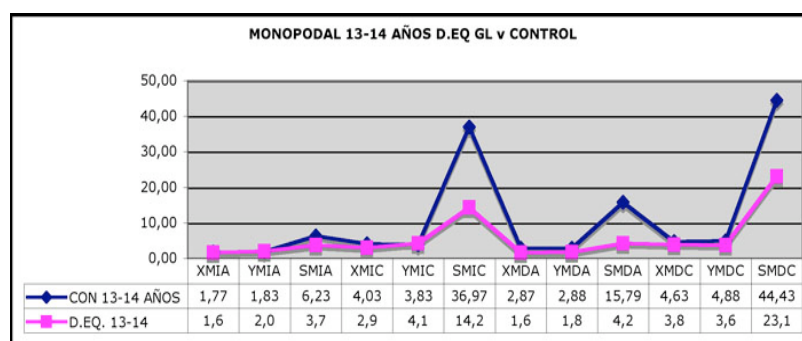


Ilustración 107. Valores Monopodales de 13-14 años del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Equipo.

Talentos v Control por Deportes, Edades y Género Masculino

Se valora de forma global el Grupo Control frente al Grupo Talentos, diferenciado los grupos de Deporte, Edad y Género masculino.

Grupo Control v Grupo Atletismo en 9-10 años^(Ilustración 108). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Atletismo en 9 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores.

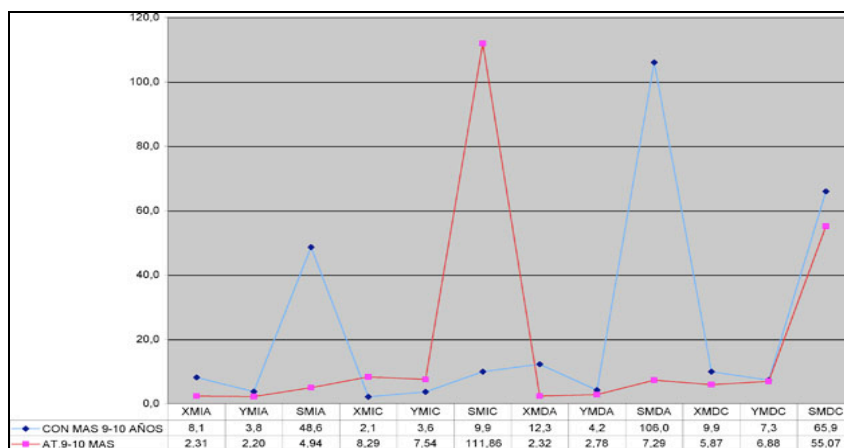


Ilustración 108. Valores Monopodales de 9-10 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Atletismo.

Grupo Control v Grupo Atletismo en 11-12 años^(Ilustración 109). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Atletismo en 10 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 8 de los valores.

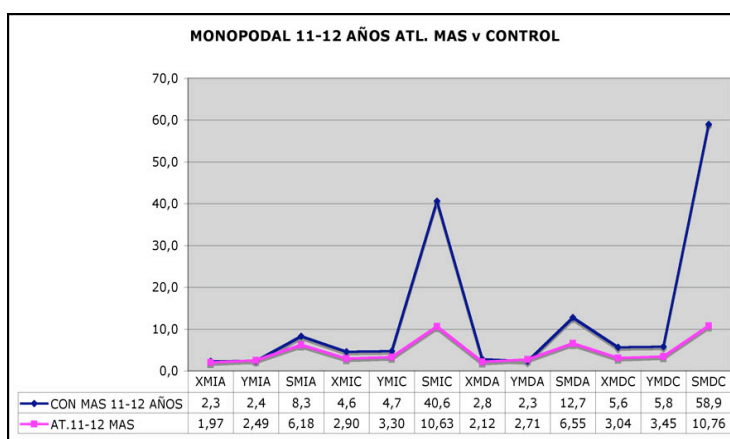


Ilustración 109. Valores Monopodales de 11-12 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Atletismo.

Grupo Control v Grupo Atletismo en 13-14 años^(Ilustración 110). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Atletismo en 12 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 7 de los valores.

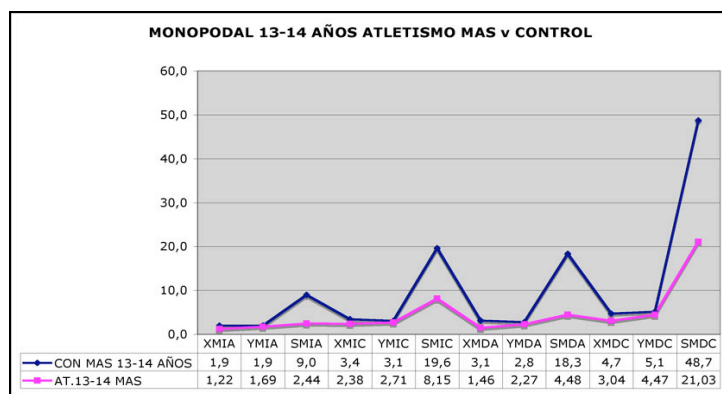


Ilustración 110. Valores Monopodales de 13-14 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Atletismo.

Grupo Control v Grupo Gimnasia en 13-14 años^(Ilustración 111). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Gimnasia en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 7 de los valores.

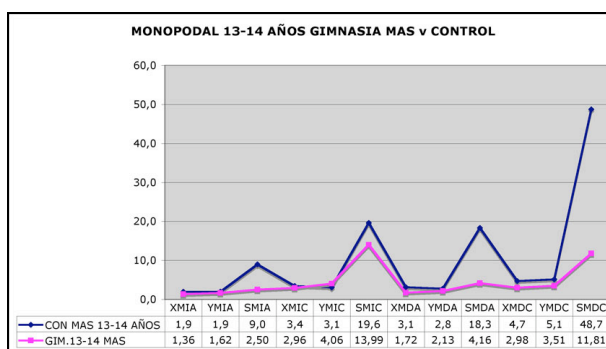


Ilustración 111. Valores Monopodales de 13-14 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Gimnasia.

Grupo Control v Grupo A.Marciales en 9-10 años^(Ilustración 112). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de A.Marciales en 10 de los 11 y uno igual de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 7 de los valores.

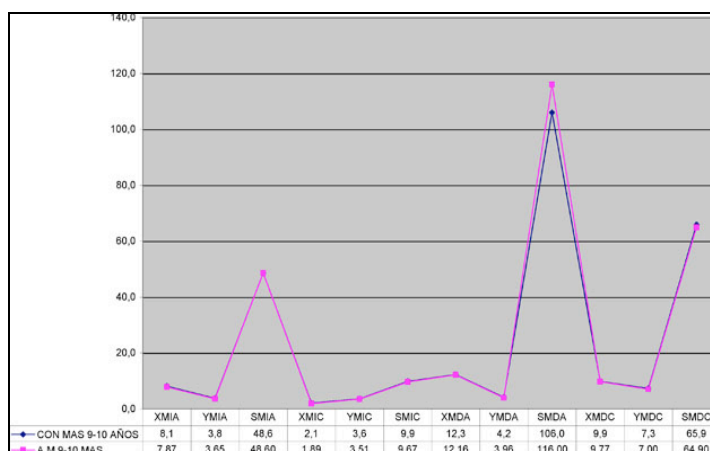


Ilustración 112. Valores Monopodales de 9-10 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de A.Marciales.

Grupo Control v Grupo A.Marciales en 11-12 años (Ilustración 113). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de A.Marciales en 10 de los 12 de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

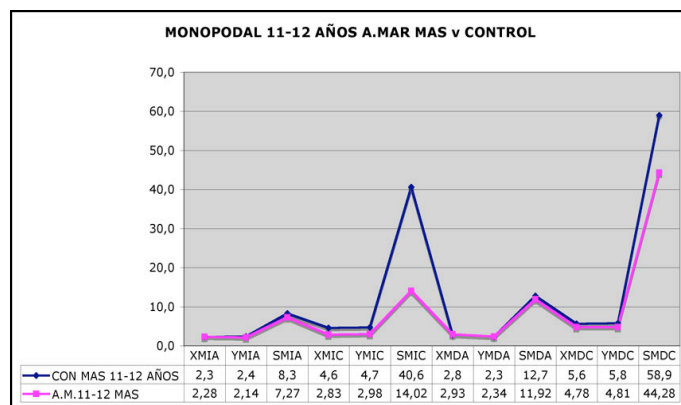


Ilustración 113. Valores Monopodales de 11-12 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de A.Marciales.

Grupo Control v Grupo A.Marciales en 13-14 años (Ilustración 114). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo Control frente al de A.Marciales en 7 de los 12 de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 3 de los valores.

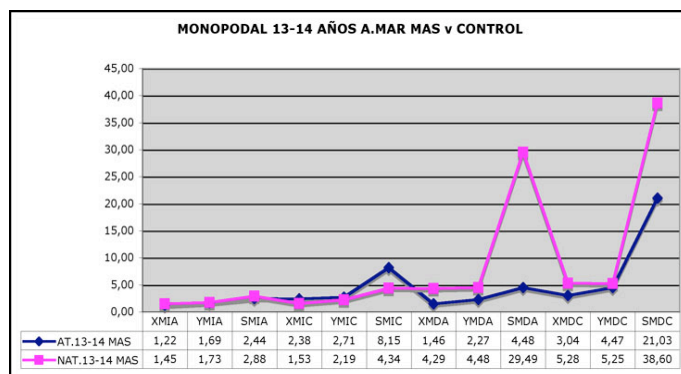


Ilustración 114. Valores Monopodales de 13-14 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de A.Marciales.

Grupo Control v Grupo Natación en 9-10 años (Ilustración 115). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Natación en 11 de los 12 de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 11 de los valores.

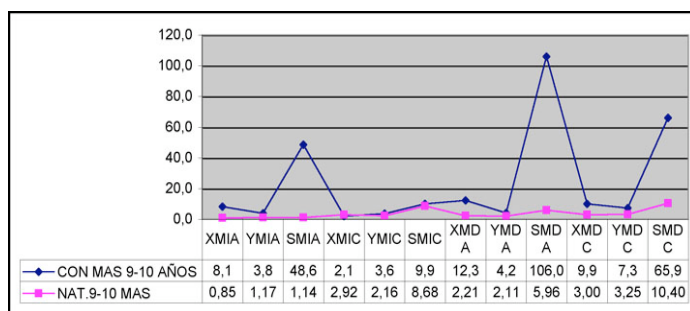


Ilustración 115. Valores Monopodales de 9-10 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Natación.

Grupo Control v Grupo Natación en 11-12 años (Ilustración 116). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Natación en 7 de los 12 y uno igual de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

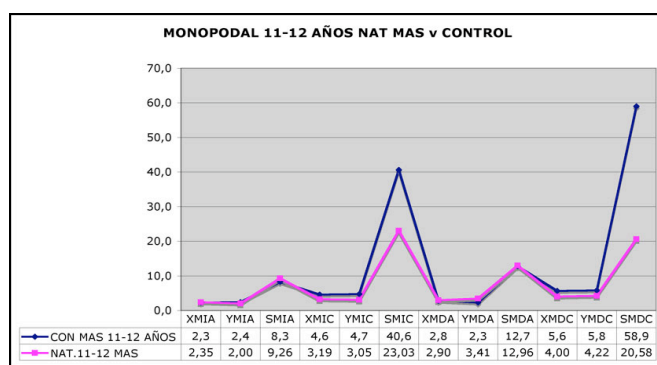


Ilustración 116. Valores Monopodales de 11-12 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Natación.

Grupo Control v Grupo Natación en 13-14 años (Ilustración 117). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Natación en 7 de los 12 y uno igual de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 4 de los valores.

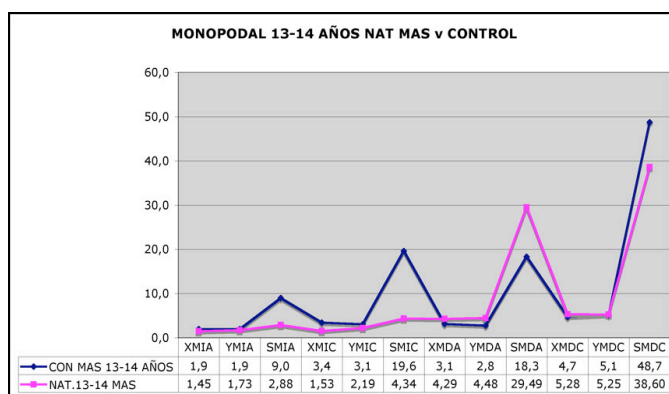


Ilustración 117. Valores Monopodales de 13-14 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Natación.

Grupo Control v Grupo Deportes de Raqueta en 11-12 años (Ilustración 118). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de

Raqueta en 10 de los 12 y uno igual de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 4 de los valores.

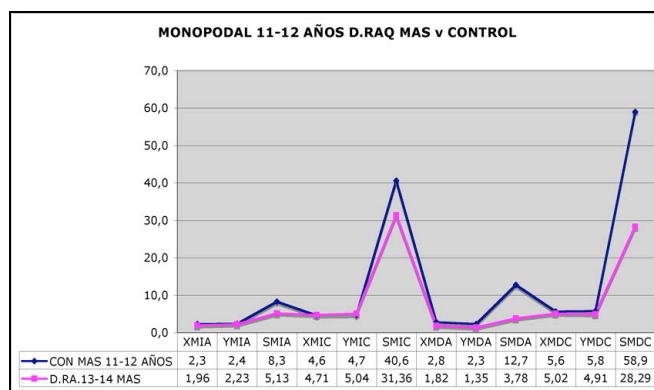


Ilustración 118. Valores Monopodales de 11-12 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Raqueta.

Grupo Control v Grupo Deportes de Raqueta en 13-14 años^(Ilustración 119). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Raqueta en 6 de los 12 y uno igual de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores, en ambos sentidos, por lo que no es valorable.

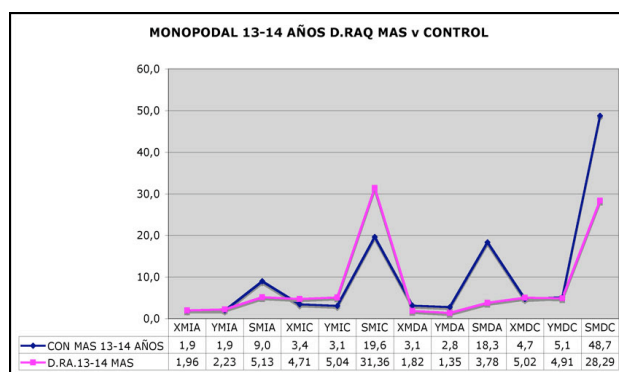


Ilustración 119. Valores Monopodales de 13-14 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Raqueta.

Grupo Control v Grupo Deportes de Equipo en 9-10 años^(Ilustración 120). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Equipo en 8 de los 12 de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 8 de los valores.

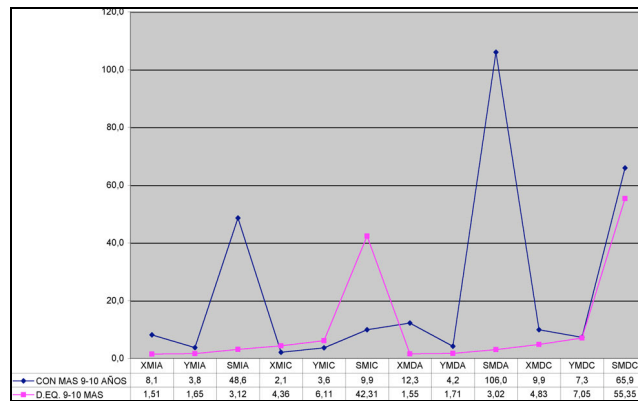


Ilustración 120. Valores Monopodales de 9-10 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Equipo.

Grupo Control v Grupo Deportes de Equipo en 11-12 años^(Ilustración 121)

Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Equipo en 12 de los 12 de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 9 de los valores.

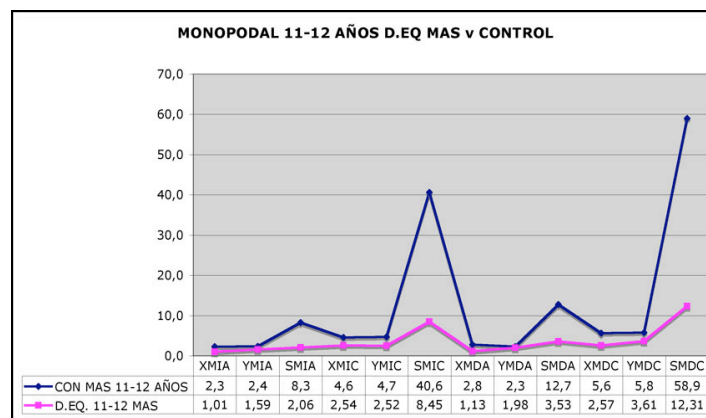


Ilustración 121. Valores Monopodales de 11-12 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Equipo.

Grupo Control v Grupo Deportes de Equipo en 13-14 años^(Ilustración 122)

Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Deportes de Equipo en 9 de los 12 de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

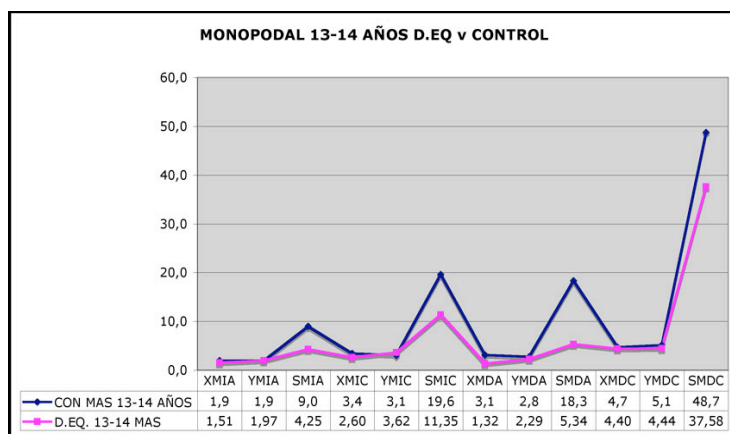


Ilustración 122. Valores Monopodales de 13-14 años Masculino del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Equipo.

Talents v Control por Deportes, Edades y Género Femenino

Se valora de forma global el Grupo Control frente al Grupo Talentos, diferenciado los grupos de Deporte, Edad y Género femenino.

Grupo Control v Grupo Atletismo en 9-10 años^(Ilustración 123). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Control frente al Atletismo en 8 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 7 de los valores.

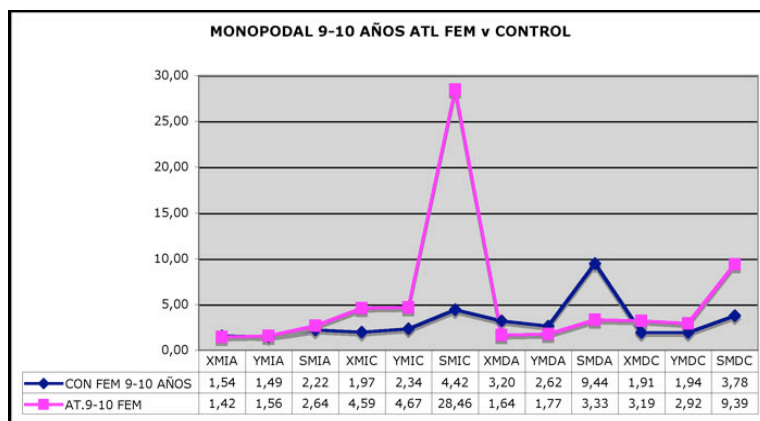


Ilustración 123. Valores Monopodales de 9-10 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Atletismo.

Grupo Control v Grupo Atletismo en 11-12 años^(Ilustración 124). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Atletismo en 10 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

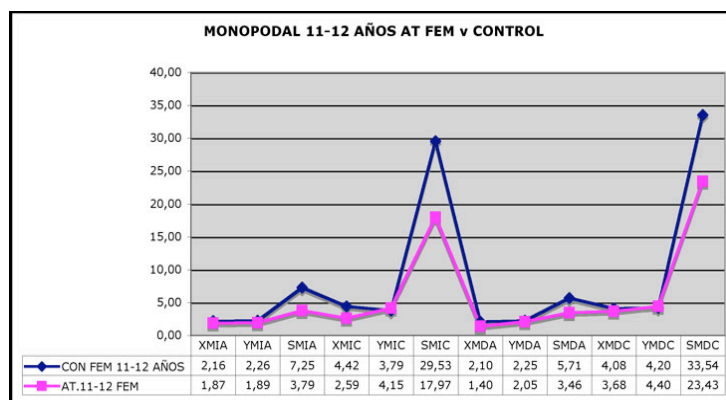


Ilustración 124. Valores Monopodales de 11-12 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Atletismo.

Grupo Control v Grupo Atletismo en 13-14 años (Ilustración 125). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Atletismo en 9 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

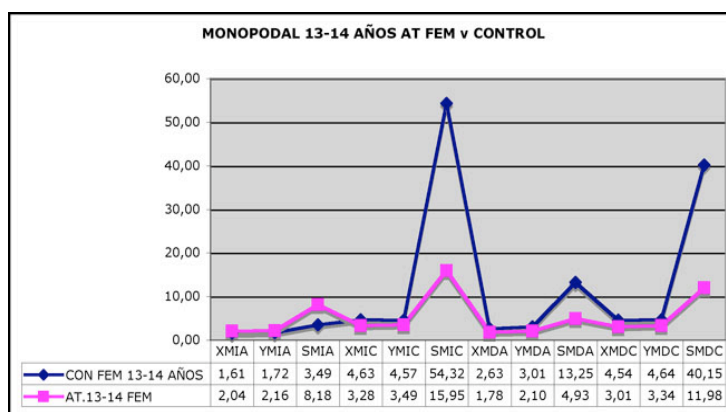


Ilustración 125. Valores Monopodales de 13-14 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Atletismo.

Grupo Control v Grupo Gimnasia en 9-10 años (Ilustración 126). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Control frente al de Gimnasia en 8 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 4 de los valores.

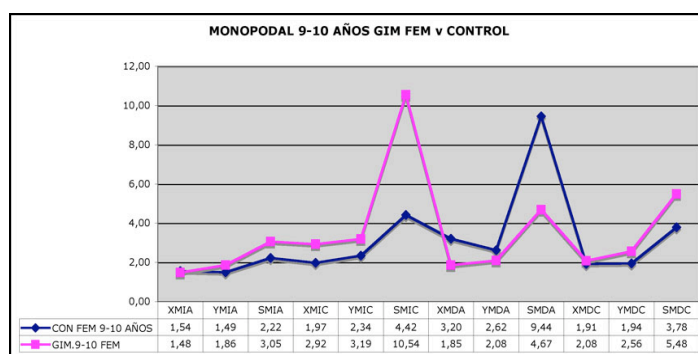


Ilustración 126. Valores Monopodales de 9-10 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Gimnasia.

Grupo Control v Grupo Gimnasia en 11-12 años^(Ilustración 127). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Gimnasia en 12 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 6 de los valores.

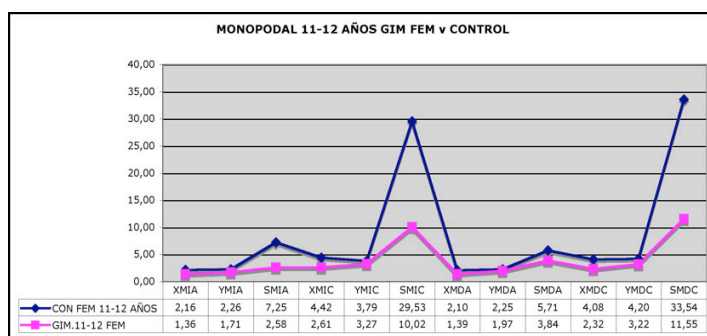


Ilustración 127. Valores Monopodales de 11-12 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Gimnasia.

Grupo Control v Grupo Gimnasia en 13-14 años^(Ilustración 128). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Gimnasia en 9 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 8 de los valores.

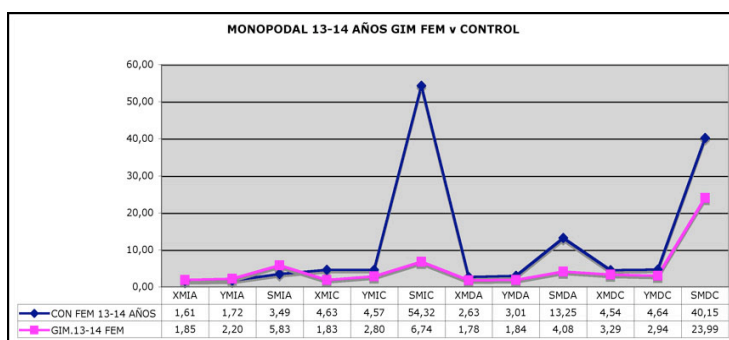


Ilustración 128. Valores Monopodales de 13-14 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Gimnasia.

Grupo Control v Grupo A.Marciales en 9-10 años^(Ilustración 129). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de A.Marciales en 7 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 3 de los valores.

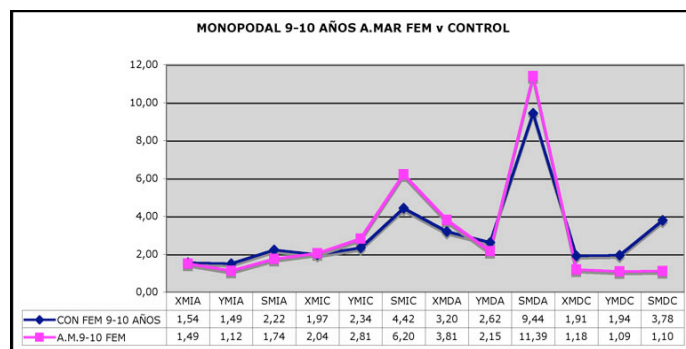


Ilustración 129. Valores Monopodales de 9-10 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de A.Marciales.

Grupo Control v Grupo A.Marciales en 11-12 años^(Ilustración 130). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de A.Marciales en 7 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 4 de los valores.

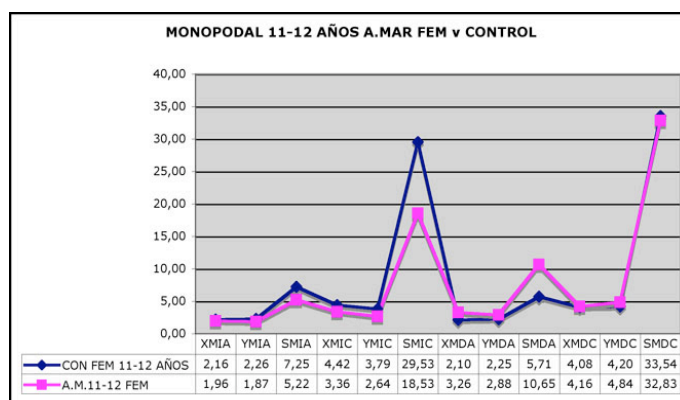


Ilustración 130. Valores Monopodales de 11-12 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de A.Marciales.

Grupo Control v Grupo A.Marciales en 13-14 años^(Ilustración 131). Se observa una diferencia en el Grupo de A.Marciales en 6 de 12 los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 4 de los valores, por lo que no se puede decir que un grupo tiene un mayor apoyo.

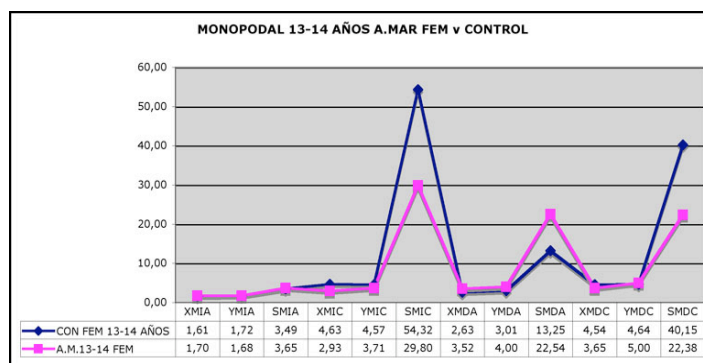


Ilustración 131. Valores Monopodales de 13-14 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de A.Marciales.

Grupo Control v Grupo Natación en 9-10 años^(Ilustración 132). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Natación en 7 de los 12 valores estudiados, sin diferencias significativas (<95%).

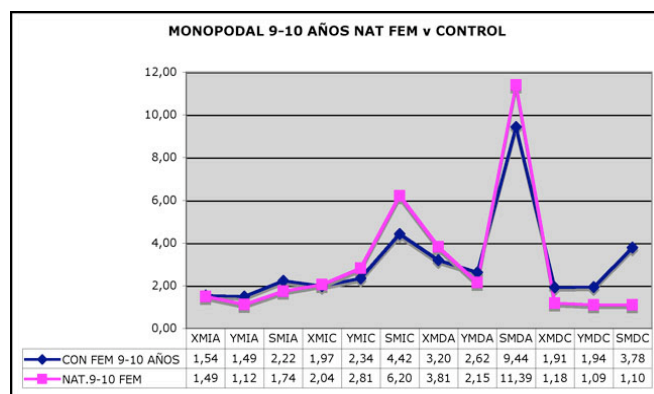


Ilustración 132. Valores Monopodales de 9-10 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Natación.

Grupo Control v Grupo Natación en 11-12 años^(Ilustración 133). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Control frente al de Natación en 7 y uno igual, de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 2 de los valores.

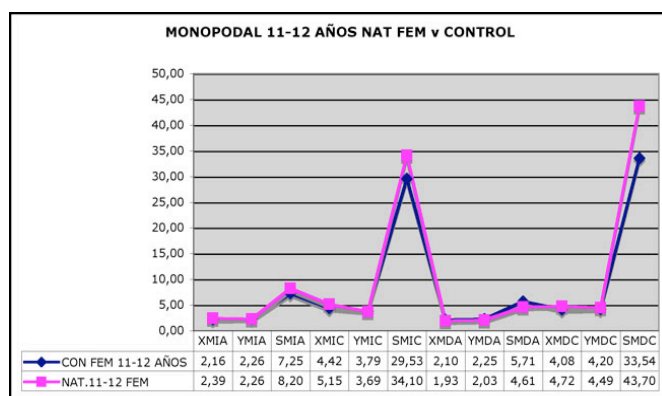


Ilustración 133. Valores Monopodales de 11-12 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Natación.

Grupo Control v Grupo Natación en 13-14 años^(Ilustración 134). Se observa una diferencia en el Grupo de Natación en 8 de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 3 de los valores.

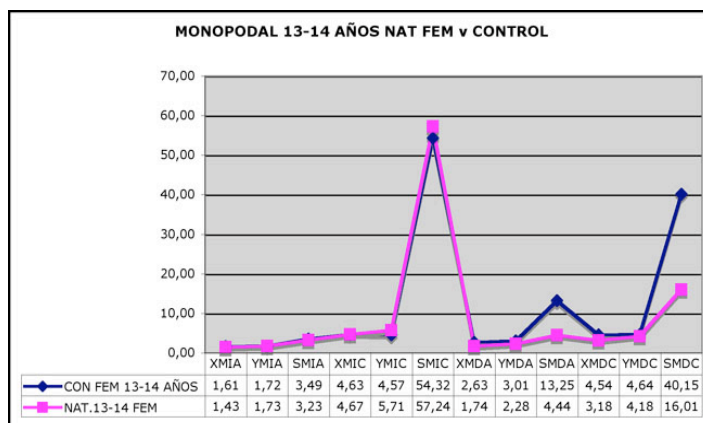


Ilustración 134. Valores Monopodales de 13-14 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Natación.

Grupo Control v Grupo Deportes de Raqueta en 9-10 años^(Ilustración 135). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo Control frente al de Deportes de Raqueta en 8 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 2 de los valores.

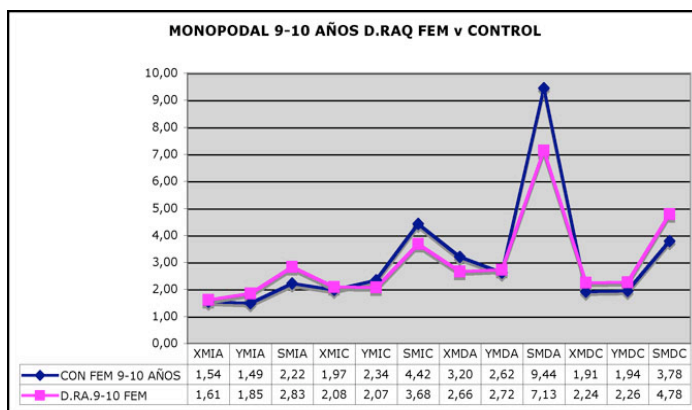


Ilustración 135. Valores Monopodales de 9-10 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Raqueta.

Grupo Control v Grupo Deportes de Raqueta en 11-12 años^(Ilustración 136). Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Control frente al de Deportes de Raqueta en 9 y uno igual, de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

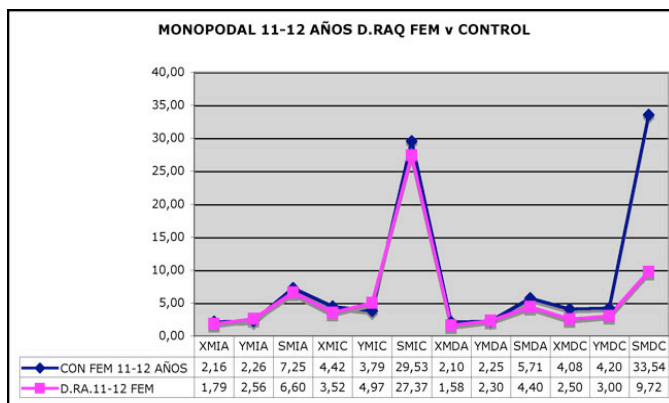


Ilustración 136. Valores Monopodales de 11-12 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Raqueta.

Grupo Control v Grupo Deportes de Raqueta en 13-14 años^(Ilustración 137). Se observa una diferencia en el Grupo Control frente al de Deportes de Raqueta en 8 de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

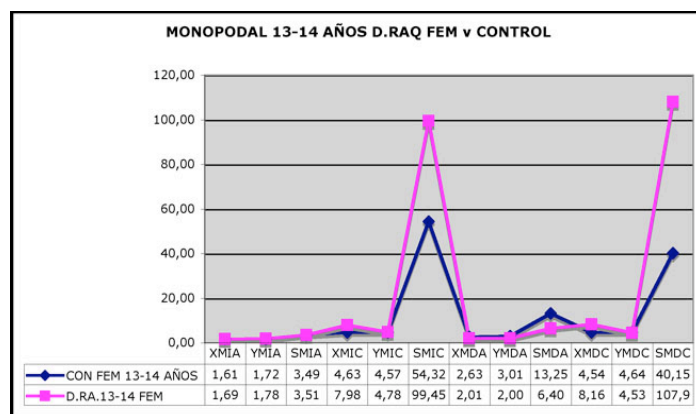


Ilustración 137. Valores Monopodales de 13-14 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Raqueta.

Grupo Control v Grupo Deportes de Equipo en 13-14 años^(Ilustración 138). Se observa una diferencia en el Grupo Control frente al de Deportes de Raqueta en 8 de los valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 5 de los valores.

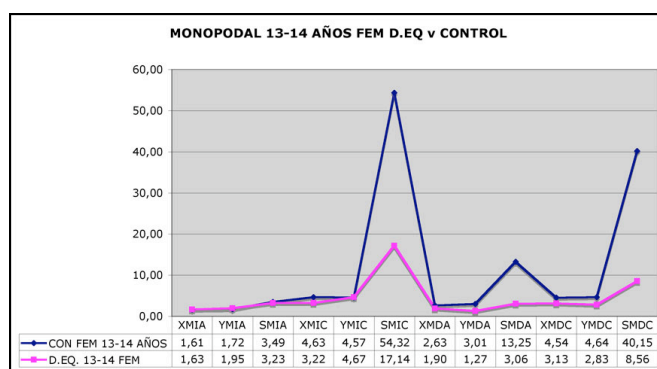


Ilustración 138. Valores Monopodales de 13-14 años Femenino del Grupo Control versus Grupo de Deportes de Equipo.

Por lo tanto en los Deportes de Raqueta se produce un mayor equilibrio en el Grupo Control frente a los Talentos de Deportes de Raqueta.

Valores en función del Deporte en el Grupo Talentos

En este grupo se ha analizado en primer lugar qué tipo de pisada tiene mayor estabilidad y se observa que el pie plano tiene los valores más bajos, seguido del pie cavo y luego el pie normal, en lo que se refiere a parámetros bipodálicos. Una tendencia similar se observa en los parámetros monopodales de superficie, así como los parámetros de apoyo izquierdo. En el caso de apoyo derecho, en los parámetros de X e Y, tanto de ojos abiertos como de ojos cerrados, no se observa tendencia alguna. Aún así, dicha tendencia no es estadísticamente significativa.

En bipodal se observan valores más bajos en los varones que en las mujeres, en cinco de los seis parámetros (XBOA, el valor más bajo es en mujeres), es decir que presentan mejor equilibrio, a diferencia de lo hallado en el grupo control. Sin embargo se aprecia una tendencia de mejor equilibrio en monopodal en el grupo femenino, frente al masculino, en 10 de los doce parámetros (menos XMIC e YMIC). Los valores obtienen diferencias significativas ($p > 95\%$) entre los monopodales de apoyo derecho.

Cuando analizamos las diferencias por los grupos de edad se observa una tendencia de mejor equilibrio, en los parámetros bipodales, según aumenta la edad, al igual que ocurre en el grupo control. En los monopodales con apoyo izquierdo, también se observa esta tendencia (en cinco de los seis parámetros). En el monopodal derecho la tendencia se invierte, aunque no lo realiza con la misma claridad.

Se observan diferencias significativas entre:

- Los 9-10 con los 13 y 14 años en el parámetro XBOC.
- Los 9-10 con los de 13-14 años en el parámetro YBOC
- Los 11-12 con los de 13-14 años en el parámetro YBOC
- Los 9-10 con los de 13-14 años en el parámetro YMIC

Al analizar las medias por deportes se observan los siguientes resultados, obteniendo de mejor a peor estabilidad, en los distintos apartados:

1. Bipodal^(Ilustración 139)

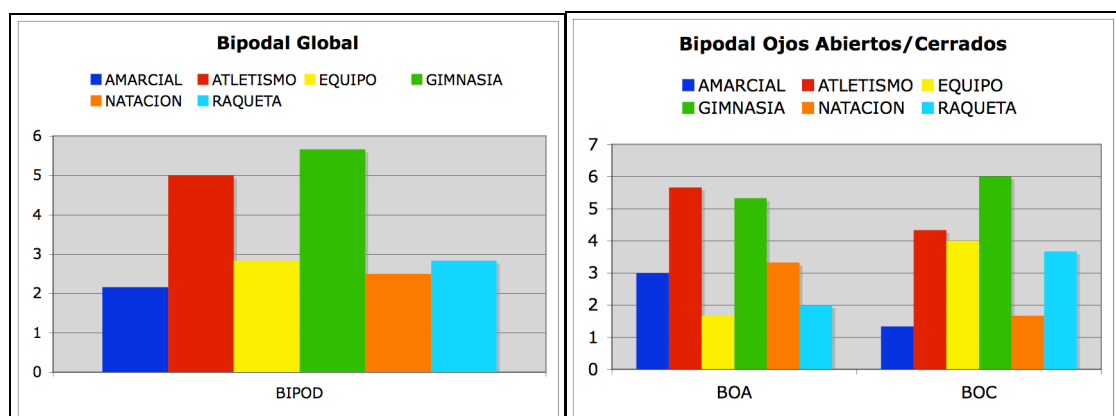


Ilustración 139. Representación por deportes en relación a su equilibrio en las distintas condiciones de valoración. A) Apoyo bipodal global. B) Apoyo bipodal con ojos abiertos/cerrados.

En el apoyo bipodal y en función de los distintos parámetros se observa un mejor equilibrio en Artes Marciales, aunque sin diferencias significativas, con la secuencia siguiente:

- 1.1. A.Marciales
- 1.2. Natación, Equipo y Raqueta
- 1.3. Atletismo
- 1.4. Gimnasia

a) Bipodal Ojos Abiertos:

1. Equipo y Raqueta
2. A.Marciales y Natación
3. Gimnasia
4. Atletismo

b) Bipodal Ojos Cerrados

1. A.Marciales
2. Natación
3. Equipo, Atletismo y Raqueta
4. Gimnasia

2. Monopodal^(Ilustración 140)

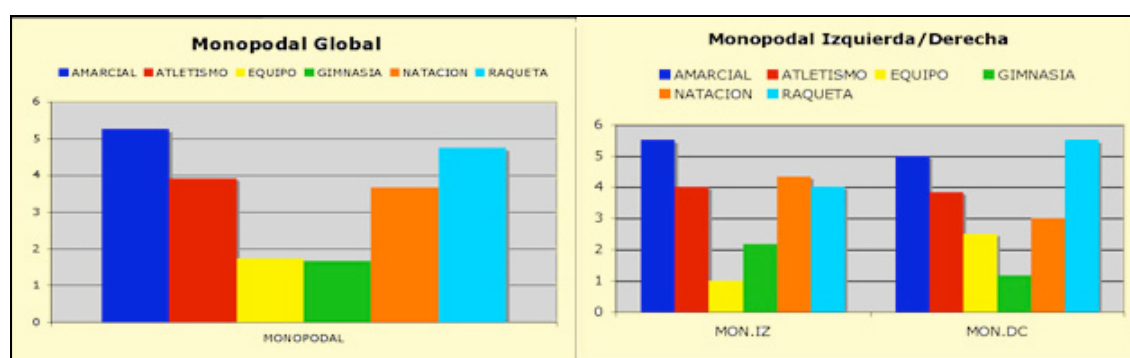


Ilustración 140. Representación por deportes en relación a su equilibrio en las distintas condiciones de valoración. A) Apoyo monopodal global. B) Apoyo monopodal con apoyo izquierdo y derecho

En el apoyo Monopodal esta relación se invierte y con diferencias significativas en varios de los apartados.

TABLA XXII. Existencia de significación en el apoyo monopodal entre deportes estudiados en sus distintos parámetros.

Parámetro	Significación al 95%	Deporte 1	Deporte 2
XMIA	SI	D.EQUIPO	A.MARCIALES
YMIA	NO		
SMIA	NO		
XMIC	SI	RAQUETA	GIMNASIA D.EQUIPO NATACION
YMIC	SI	RAQUETA	GIMNASIA D.EQUIPO NATACION A.MARCIALES
SMIC	SI	RAQUETA	D.EQUIPO GIMNASIA
XMDA	SI	NATACION	D.EQUIPO

		A.MARCIALES	GIMNASIA ATLETISMO RAQUETA
YMDA	SI	NATACION	D.EQUIPO GIMNASIA RAQUETA ATLETISMO
SMDA	SI	A.MARCIALES	ATLETISMO GIMNASIA D.EQUIPO
XMDC	SI	GIMNASIA	A.MARCIALES RAQUETA
YMDC	SI	GIMNASIA	A.MARCIALES RAQUETA
SMDC	SI	GIMNASIA ATELTISMO	A.MARCIALES

2.1. Gimnasia

2.2. Equipo

2.3. Natación

2.4. Atletismo

2.5. Raqueta

2.6. A.Marciales

Se aprecia una tendencia de tener un mejor equilibrio en bipodal en Artes Marciales y Natación; mientras que los de valores más altos, es decir peor equilibrio, los presentan Atletismo y Gimnasia.

En bipodal ^(Ilustración 139-140) de forma global se obtiene un mejor resultado de equilibrio en las artes marciales. Así mismo al realizar el estudio con ojos abiertos y cerrados, las artes marciales, vuelen a ser las de mejor equilibrio, especialmente con ojos cerrados. Por contra la Gimnasia aparece en los lugares de peor equilibrio.

Monopodal Izquierda

1. Equipo
2. Gimnasia
3. Atletismo, Natación y Raqueta
4. A.Marciales

Derecha

1. Gimnasia
2. Equipo y Natación
3. Atletismo
4. A.Marciales
5. Raqueta

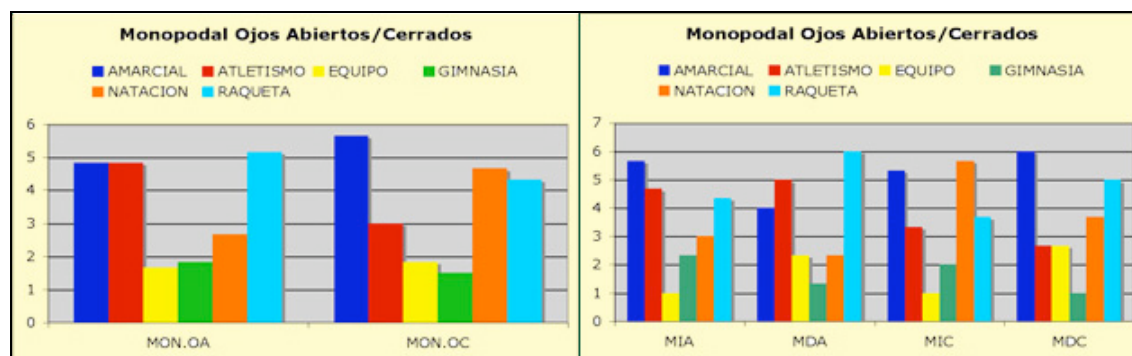
a. Monopodal Ojos Abiertos (Ilustración 141)**Ojos Cerrados**

Ilustración 141. Representación por deportes en relación a su equilibrio en las distintas condiciones de valoración. A) Apoyo monopodal ojos abiertos/cerrados. B) Apoyo monopodal ojos abiertos/cerrados con apoyo izquierdo y derecho

1. Gimnasia y Equipo
2. Natación
3. Atletismo, A.Marciales y Raqueta

1. Gimnasia y Equipo
2. Atletismo
3. Raqueta
4. Natación
5. A.Marciales

Sin embargo, cuando valoramos los parámetros de monopodal, se aprecia una tendencia de mejor equilibrio en la Gimnasia y los deportes de equipo y un peor equilibrio en los deportes de natación, atletismo, raqueta y artes marciales.

Monopodal Ojos Abiertos**Izquierda**

1. Equipo
2. Gimnasia
3. Natación
4. Raqueta
5. Atletismo
6. A.Marciales

Derecha

1. Gimnasia
2. Equipo Y Natación
3. A.Marciales
4. Atletismo
5. Raqueta

b. Monopodal Ojos Cerrados**Izquierda**

1. Equipo
2. Gimnasia
3. Atletismo

Derecha

1. Gimnasia
2. Atletismo y Equipo
3. Natación

4. Raqueta
5. A.Marciales
6. Natación

4. Raqueta
5. A.Marciales

Cuando se valoran los parámetros con ojos abiertos se observa que, salvo gimnasia y atletismo de forma global, no presentan diferencias. (Ilustración 142).

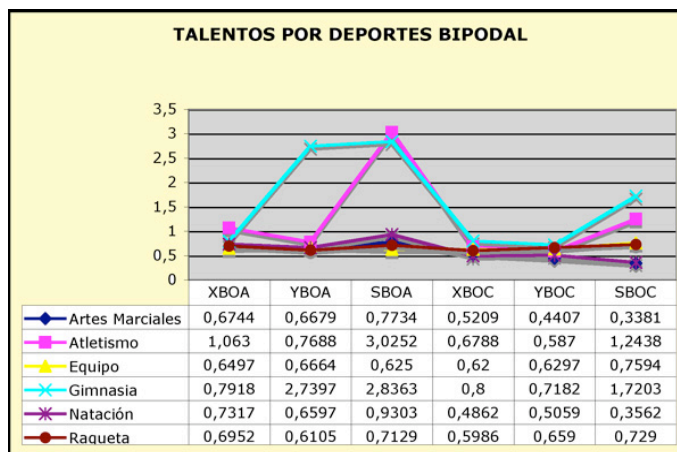


Ilustración 142. Valores bipodales medios del grupo talentos de los distintos deportes en los parámetros "X", "Y" y superficie.

En cambio en la valoración monopodal (Ilustración 143).

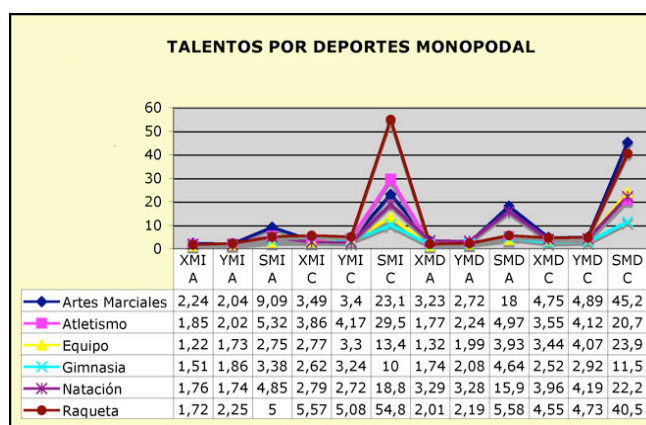


Ilustración 143. Valores bipodales medios del grupo talentos de los distintos deportes en los parámetros "X", "Y" y superficie.

Valores en función del desplazamiento Lateral o Antero-Posterior y Deportes

Grupo Control versus Grupo Talentos (Ilustración 144). Se presenta un mejor equilibrio en el desplazamiento lateral frente al ántero-posterior, tanto en los controles como en los talentos, siendo significativa en estos últimos.

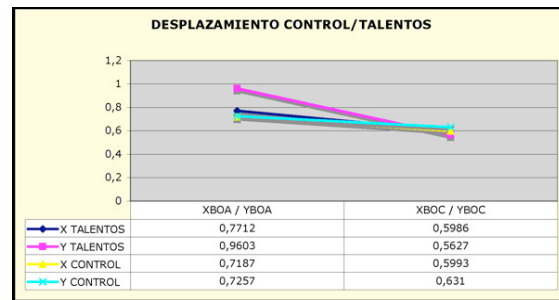


Ilustración 144. Tendencia de desplazamiento ántero-posterior o lateral con Apoyo Bipodal con ojos abiertos y ojos cerrados en grupo Control y Talentos.

Grupo Talentos^(Ilustración 145). Valorando de forma global el Grupo Talentos, salvo en la valoración bipodal y sólo uno de los cuatro valores en monopodal se aprecia un mejor equilibrio en el desplazamiento lateral y con diferencias no significativas, por lo que no se encuentran diferencias entre los dos grupos de estudio y control respectivamente.

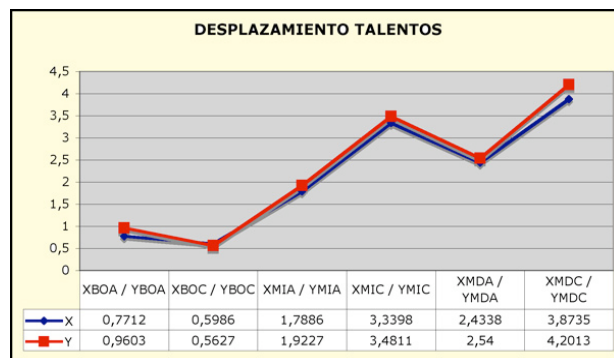


Ilustración 145. Tendencia de desplazamiento ántero-posterior o lateral con Apoyo Bipodal y Monopodal con ojos abiertos y ojos cerrados en el grupo de Talentos

Artes Marciales^(Ilustración 146). Aparecen diferencias de un mejor apoyo ántero-posterior (eje Y) en 4 de los 6 parámetros, siendo significativo sólo en uno.

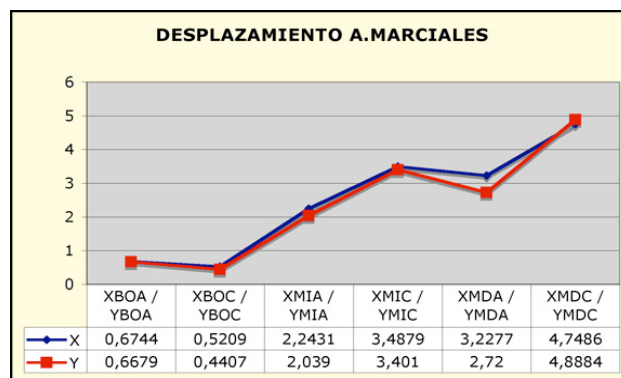


Ilustración 146. Tendencia de desplazamiento ántero-posterior o lateral con Apoyo Bipodal y Monopodal con ojos abiertos y ojos cerrados en Artes Marciales

Atletismo^(Ilustración 147). Se aprecian diferencias a favor de mejor apoyo en el eje ántero-posterior (Y) con diferencias significativas en 3 de los parámetros.

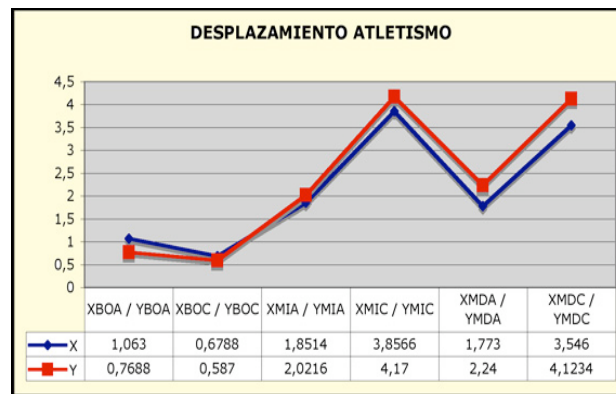


Ilustración 147. Tendencia de desplazamiento ántero-posterior o lateral con Apoyo Bipodal y Monopodal con ojos abiertos y ojos cerrados en Atletismo.

Deportes de Equipo^(Ilustración 148). Se aprecian diferencias en 5 de los 6 parámetros y siendo significativas ($p > 95\%$) en 3 de ellos.

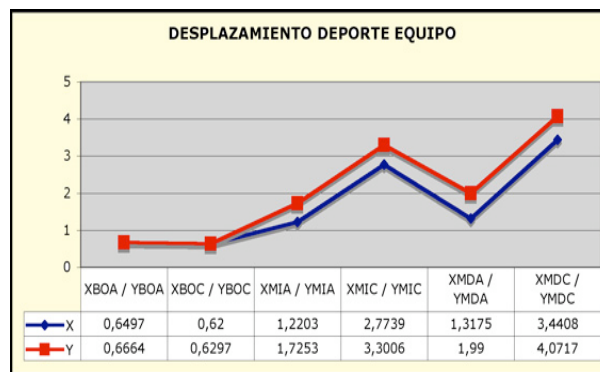


Ilustración 148. Tendencia de desplazamiento ántero-posterior o lateral con Apoyo Bipodal y Monopodal con ojos abiertos y ojos cerrados en los Deportes de Equipo

Gimnasia^(Ilustración 144). Se aprecian diferencias en 5 de los 6 parámetros y siendo significativas ($p > 95\%$) en 3 de ellos.

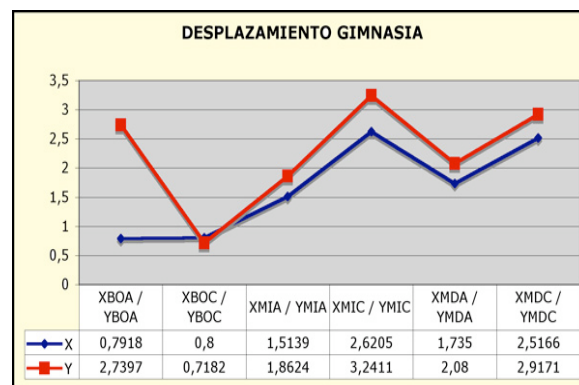


Ilustración 149. Tendencia de desplazamiento ántero-posterior o lateral con Apoyo Bipodal y Monopodal con ojos abiertos y ojos cerrados en Gimnasia

Natación^(Ilustración 150). Presenta una tendencia hacia un mejor equilibrio ántero-posterior en 4 de los 6 parámetros, pero sin diferencias significativas.

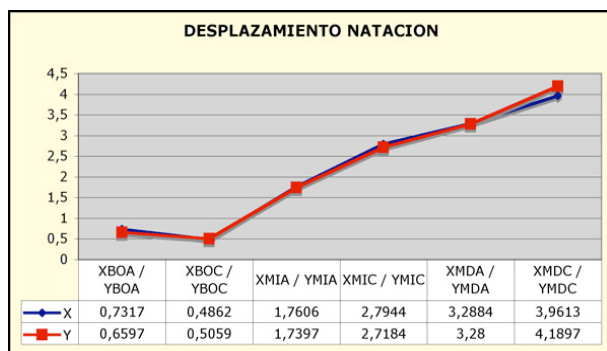


Ilustración 150. Tendencia de desplazamiento ántero-posterior o lateral con Apoyo Bipodal y Monopodal con ojos abiertos y ojos cerrados en Natación

Deportes de Raqueta (Ilustración 151). Presenta una tendencia hacia un mejor equilibrio ántero-posterior en 4 de los 6 parámetros, pero sin diferencias significativas, siendo sólo significativa en uno de los parámetros.

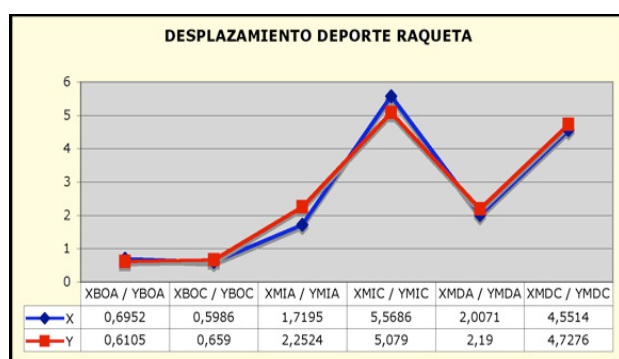


Ilustración 151. Tendencia de desplazamiento ántero-posterior o lateral con Apoyo Bipodal y Monopodal con ojos abiertos y ojos cerrados en Deportes de Raqueta

Valores en función Ojos Abiertos/Ojos Cerrados y Deportes

Valores Bipodales del Grupo Control versus Talentos (Ilustración 152).

Enfrentando el Grupos Control frente al Grupo Talentos, se obtiene un mejor equilibrio en Ojos Cerrados tanto en controles como en Talentos, según hemos indicado anteriormente.

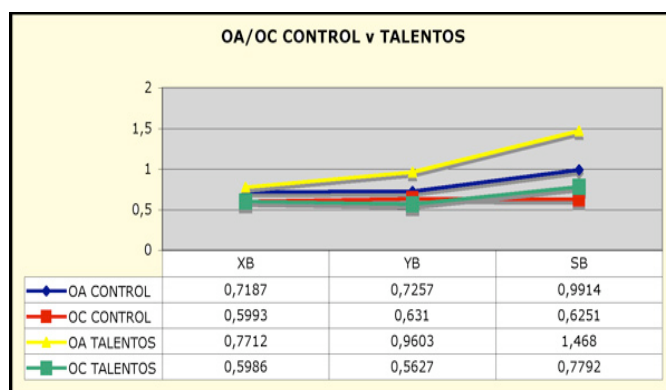


Ilustración 152. Grupo Control versus Grupo Talentos en Ojos Abiertos/Ojos Cerrados en los parámetros "X", "Y" y superficie

Tal y como hemos observado en las gráficas de percentiles (Ilustración 33-44) de la página 90-93, se obtienen mejores resultados en los valores con ojos

abiertos^(Ilustración 153-159), con diferencias claramente significativas en los parámetros monopodales

Valores Monopodales del Grupo Talentos^(Ilustración 153)

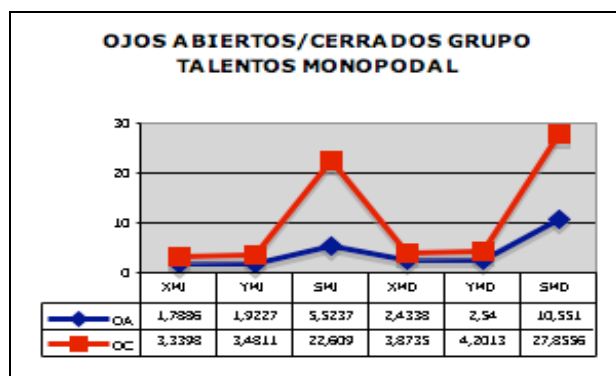


Ilustración 153. Grupo Talentos Monopodal en Ojos Abiertos/Ojos Cerrados en los parámetros “X”, “Y” y superficie

Artes Marciales^(Ilustración 154)

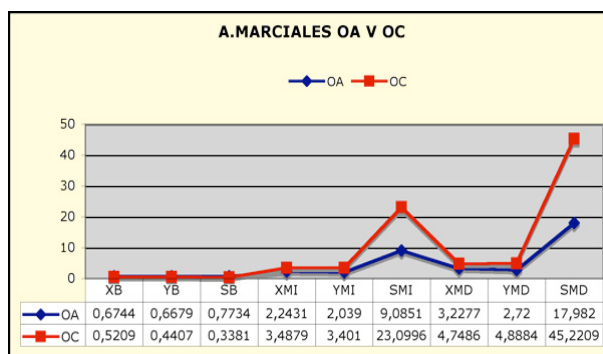


Ilustración 154. Valoración de Ojos Abiertos/Ojos Cerrados en los parámetros “X”, “Y” y superficie en Artes Marciales

Atletismo^(Ilustración 150)

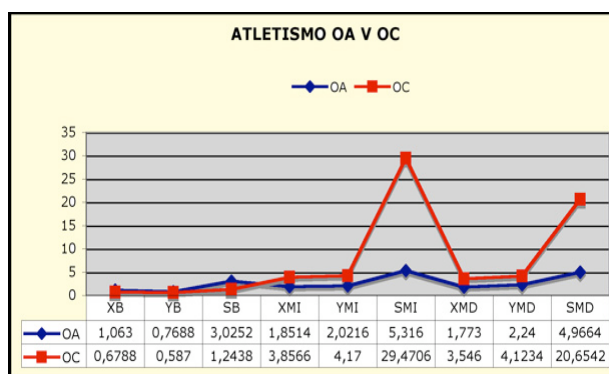


Ilustración 155. Valoración de Ojos Abiertos/Ojos Cerrados en los parámetros “X”, “Y” y superficie en Atletismo

Deportes de Equipo^(Ilustración 156)

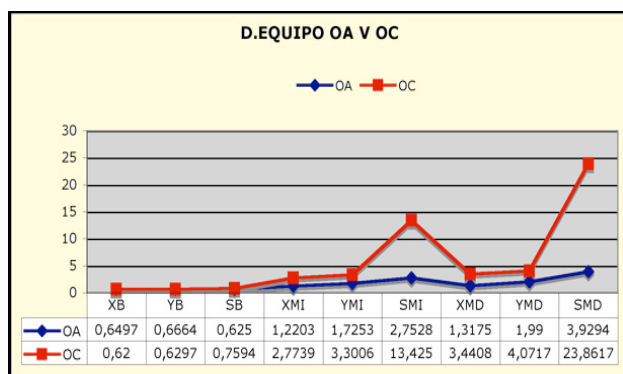


Ilustración 156. Valoración de Ojos Abiertos/Ojos Cerrados en los parámetros “X”, “Y” y superficie en Deportes de Equipo

Gimnasia^(Ilustración 157)

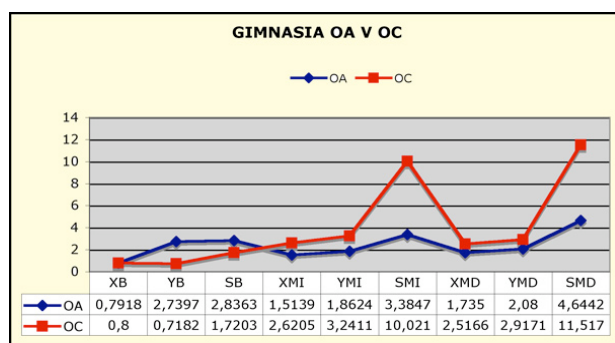


Ilustración 157. Valoración de Ojos Abiertos/Ojos Cerrados en los parámetros “X”, “Y” y superficie en Gimnasia

Natación^(Ilustración 158)

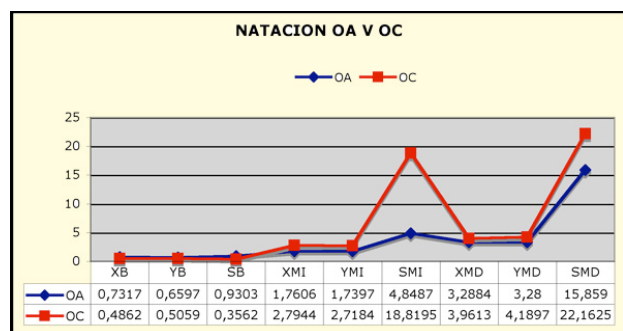


Ilustración 158. Valoración de Ojos Abiertos/Ojos Cerrados en los parámetros “X”, “Y” y superficie en Natación

Deportes de Raqueta^(Ilustración 159)

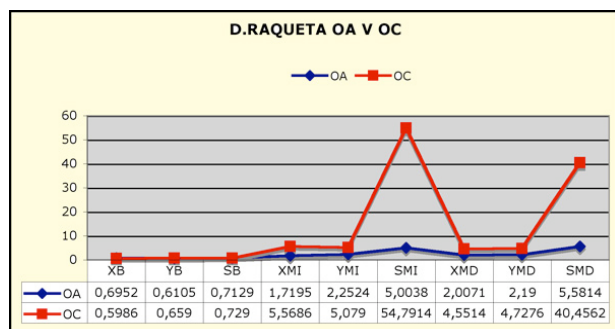


Ilustración 159. Valoración de Ojos Abiertos/Ojos Cerrados en los parámetros “X”, “Y” y superficie en Deportes de Raqueta

DISCUSION

Tal y como hemos explicado anteriormente hay varias plataformas posturográficas, como las desarrolladas por Nasher (Equitex, Pro Balance Master, Smart Balance Master, etc) las cuales han permitido estudiar el reflejo vestibulo-espinal, cuantificando el control postural estático y dinámico, así como la contribución que tienen los distintos receptores sensoriales (vestíbulo, visión y sistema propioceptivo) en el mantenimiento del equilibrio^[67, 182, 183]. Es decir, recoge los balanceos corporales mediante sensores de presión^[184].

Debido a que es un método sencillo, no invasivo y de corta duración,^[185] y en nuestro caso con una relativa portabilidad, nos ha permitido realizar el estudio en distintos eventos, manteniendo una uniformidad en los ambientes de recogida de datos. Además se ha observado, de acuerdo con la literatura su carácter objetivo y reproducible^[186].

Aunque en estudios anteriores se apreciaba un efecto de aprendizaje cuando se realizaba con los ojos cerrados o cuando el tiempo entre los tests-retest se acortaba. Pero este factor de aprendizaje no tuvo diferencias significativas entre los sujetos más altos frente a los bajos; los pesados frente a los ligeros y entre sexos^[186], nosotros hemos mantenido esos tiempos de realización de las distintas muestras, por lo que ese posible efecto aprendizaje es aplicable a todos los sujetos.

Aunque como dicen los distintos autores, no se confunde el Centro de Presiones con el Centro de Gravedad, ya que ambos Centros oscilan a frecuencias distintas^[73, 187, 188], pero que tienden a confluir en el baricentro, por lo que los datos obtenidos son los referentes al Centro de Presiones.

En este sentido nosotros hemos medido el desplazamiento que se produce del centro de Presiones en el eje lateral, ántero-posterior y la superficie abarcada por los desplazamientos realizados para mantener la estabilidad.

El protocolo utilizado en el estudio valora el equilibrio en seis posiciones fundamentales del grupo control y el grupo estudio que quedan especificadas en el apartado de material y métodos, empezando por apoyo bipodal con Ojos

Abiertos y luego con Ojos Cerrados; dos con apoyo monopodal primero con pie izquierdo y luego con el derecho con ojos abiertos; y dos con apoyo monopodal, primero con pie izquierdo y luego con el derecho con ojos cerrados. Esta secuencia no parece presentar diferencias en mejores resultados con un apoyo u otro.

Así mismo no se les indicaron instrucciones especiales, salvo las de colocación en un determinado sitio y con los brazos a los largo del cuerpo, ya que éstas pueden tener un aumento de los movimientos^[185].

En relación al tiempo utilizado en la prueba, hay discrepancia en la recogida de los valores de bipedestación frente a otros autores que refieren tiempos más largos, de al menos 30". En algunos casos se llega a duraciones de 60 segundos^[185], aunque hay trabajos que aducen que con tanta duración se introduce otro factor que es la fatiga^[242], produciendo un aumento de los valores, factor que nosotros queríamos aislar. Nosotros hemos aplicado un tiempo de 10 segundos a la recogida de datos bipodal, con el objetivo de unificar tiempos y facilitar la secuencia en el trabajo de grandes poblaciones. Sin embargo hemos constatado que esta reducción en el tiempo de recogida de datos parece jugar en contra de ser elemento diferenciador entre grupos. En cuanto al tiempo de monopodal, hay concordancia con lo recogido en la literatura, oscilando los tiempos entre 10 y 15"^[287].

Independientemente de los resultados obtenidos, es importante reseñar el estado de salud de todos los niños participantes en el estudio, así con la aceptación por parte de los padres o tutores para la realización de dicho estudio.

Una cuestión importante de reseñar es el agrupamiento que se ha realizado de los distintos deportes, realizándolo por características comunes de gestos, como son el fútbol y baloncesto, englobados en los deportes de equipo; el tenis, padle y squash en los deportes de raqueta; y el judo, karate y taekwondo en artes marciales, que aunque tienen características diferenciadoras, no deben ser especialmente distantes a estas edades. Es por ello que hemos considerado apropiada esa agrupación. Esta agrupación, que por un lado puede tener efectos facilitadores, de cara al trabajo, puede

contener alguna contradicción en los resultados, ya que son deportes con características distintas y que no entrenan exactamente igual.

Cuando se comparan los datos de peso y altura, todos los participantes superaban ampliamente el percentil 50, tanto en peso como altura, como índice de masa corporal o relación peso/altura, según las tablas consultadas^[288, 289].

Hay que destacar también que el lugar de recogida de muestras fue exactamente igual, en lo que se refiere a distancias, aparataje, personal, puntos de referencia e incluso colores de las paredes o el mes del año, en ambos grupos, el control como el de talentos, que tal como se aclaró en el apartado de material y métodos. Sin embargo, se presentaron pequeñas diferencias en cuanto al ruido ambiental en la recogida de muestras en el grupo control, que llegaba a través del techo. En ambos casos se siguió la misma rutina a la hora de recibir a los niños, firma de consentimiento y acceso a la báscula, tallímetro y plataforma.

A diferencia de los deportistas adultos donde se ha experimentado un mejor equilibrio mostrando una diferencia significativa con los sedentarios^[5, 8, 9, 12, 21, 131, 132, 223, 224, 242, 245, 252, 268, 270, 271], en las edades del estudio no se presenta esa diferencia de forma tan clara, e incluso, en ocasiones es contradictoria, quizás porque no habido un desarrollo de los sistemas implicados en el control del equilibrio o también por razones de que los sujetos del estudio no han tenido el tiempo suficiente de entrenamiento para que el equilibrio mejore y establezca esas diferencias mencionadas en los adultos, cuando las valoraciones se realizan en apoyo bipodal.

Cuando el estudio comparativo se realiza sobre apoyo monopodal, se ven diferencias significativas de forma global, y más especialmente cuando se trata por deportes, donde observamos que hay algunos deportes que obtienen resultados claramente significativos.

Los deportistas puede que sean más diestros en juzgar las dimensiones corporales en comparación con los objetos del entorno en comparación con los no deportistas^[252]. Es conocido que determinados deportes como la gimnasia o los deportes de raqueta suelen ser bastante precoces a la hora de acometer entrenamientos más intensos y continuados; así mismo en la gimnasia se

trabaja especialmente el equilibrio de forma específica o integrado en gestos globales, lo que explicaría sus mejores resultados en monopodal.

Por otro lado, también se explicaría el mejor control de los deportistas, en especial los más precoces en el entrenamiento del equilibrio, es la forma de acometer el control del mismo, donde los deportistas expertos lo realizan de arriba hacia abajo y los no deportistas lo hacen de abajo hacia arriba^[283]. Sin embargo esta diferenciación no la hemos podido reflejar en este estudio por el tipo de plataforma utilizado, la cual sólo recoge los puntos de presión, a diferencia de los otros modelos donde recoge valores de la cintura escapular y, posteriormente, mediante un programa informático, integrar ambas informaciones.

Así mismo hay que valorar que no sólo el ejercicio físico tiene influencia sobre el equilibrio, sino también la altura y el peso. En cuanto al primer factor no había diferencia significativas de altura entre los dos grupos, aunque sí entre los grupos de deportistas. En relación al segundo factor se observa que puede haber un menor índice de masa corporal en los deportistas. Un resultado mejor (menores valores) se asoció con un índice de masa corporal menor (en ambos grupos) ^[181].

Valores en función del género

Según hemos comentado los resultados del Grupo Control y en apoyo bipodal se observa una tendencia de mejor equilibrio en las mujeres frente a los hombres, en los 6 parámetros analizados, con una significación estadística del 95% en 4 de ellos. Sin embargo cuando se trata del grupo de Talentos, son los varones que tienen mejor estabilidad, cuando se compara el grupo de forma global, en cinco de los 6 parámetros, con una significación estadística del 95%, sólo en dos parámetros, compatible con un mayor entrenamiento del equilibrio. Distintos autores señalan que los varones obtienen una estabilidad más temprana aunque partiendo de una inestabilidad mayor. Es decir que progresan más en la estabilidad^[125], obteniendo un mejor equilibrio en edades adultas^[205].

En la comparación monopodal vuelven a ser el grupo femenino, aunque sin significación estadística, coincidiendo con distintos autores ^[125, 126, 128, 129]. Por otro lado hay autores que difieren en estos resultados, aunque puede

deberse a una diferencia en los protocolos de estudio o en función de la velocidad de crecimiento ^[125].

Valores en función de la Edad

Tal y como hemos reseñado, cuando se comparan los grupos de edades en el Grupo Control se observa una tendencia de mejor equilibrio según aumenta la edad. En este caso también se aprecian diferencias significativas al 95% en cinco de los seis parámetros. Cuando se analizan los subconjuntos por género, se observa una diferencia significativa del grupo de 9-10 con el de 13-14 en todos los apartados menos el SBOA. En los grupos de 9-10 frente al de 11-12, y éste con el 13-14 sólo se obtiene una tendencia, de mejor equilibrio según aumenta la edad. Estos datos concuerdan con lo encontrado en la literatura ^[126, 203], donde establecen casi una relación lineal del equilibrio con el aumento de la edad, o incluso en el proceso de maduración o integración ^[82]; o con una relación no lineal ^[125], aunque difieren con los datos de Edwards ^[286], donde establece una relación inversa con el índice de masa corporal, que en nuestro caso se va incrementando con la edad, y por lo tanto, según este autor disminuir el equilibrio.

Valores en función del género y edad

Se presenta una situación curiosa. Mientras que en el grupo femenino el grupo control presenta un mejor equilibrio, en los tres grupos de edad, en los varones, es en el grupo de talentos, donde obtienen los valores más bajos.

Por otro lado en el grupo Talentos, se aprecia un mejor equilibrio en las mujeres cuando se realiza con los ojos cerrados, frente a ojos abiertos, pero siendo significativo a la diferencia cuando se trata de los grupos de 11-12 y el 13-14, existiendo sólo la diferencia, no significativa en el grupo 9-10 ^[109, 121-123], siempre que valoramos en apoyo bipodal.

Por el contrario, cuando se estudia con el apoyo monopodal se ha visto un mejor equilibrio en las mujeres, tanto en los controles como en los talentos, coincidiendo con los datos encontrados en la literatura ^[125, 126, 128, 129].

Valores en función del Apoyo

En relación al tipo de huella los datos encontrados en la literatura en relación a los deportistas se observa un apoyo preferentemente normal, salvo en bailarinas y gimnastas, que tienen una distribución significativa de apoyo cavo^[285]. Por lo tanto lo realmente significativo es que el apoyo sea simétrico y que el baricentro caiga dentro de la base de sustentación.

Cuando valoramos la dependencia de la entrada visual los resultados concuerdan con los datos hallados en la literatura en donde distintos autores sugieren que en el plano A-P, los niños son menos capaces para utilizar la información propioceptiva visual para reducir el balanceo. Una hipótesis alternativa es que los niños pueden ser menos hábiles para fijar visualmente. En resumen, hay dos posibles explicaciones de por qué los niños utilizan peor la información visual para reducir el balanceo A-P. (a). una inhabilidad para fijar visualmente puede entorpecer propiocepción visual y por lo tanto limita la utilidad de una tarea visual y (b) los jóvenes pueden no ser capaces para utilizar la información derivada de una fijación visual para reducir el balanceo postural. También, en contraste con los adultos, la aparición del balanceo en niños a altas frecuencias, no se relaciona, necesariamente, con alguna patología^[109, 125, 126], por lo que en niños hay que ser muy cauto a la hora de diagnosticar una alteración por tener valores altos en un registro. Lo que si representa es un dato diferenciador (uno más) con relación a ciertos deportes, en lo que a clasificación o detección de talentos se refiere^[4, 34, 233, 290].

Valores en función de los Deportes

Cuando valoramos los resultados entre los distintos deportes se aprecia una tendencia de tener un mejor equilibrio en bipodal en Artes Marciales y Natación; mientras que los de valores más altos, es decir peor equilibrio, los presentan Atletismo y Gimnasia, aunque como hemos visto, el tiempo aplicado en bipodal es insuficiente, además que el tipo de equilibrio que utilizan los distintos deportes es distinto, incluso en deportes aparentemente similares como el Tiro y el Biathlón^[227, 234].

Analizándolo por edades y deportes, en Artes Marciales se ve diferencia de mejor equilibrio en el grupo más joven y en el mayor, y sólo significación estadística en dos parámetros de este último grupo. Por lo que de forma global, se presenta sólo una tendencia sin significación estadística.

El atletismo presenta un espectro claramente distinto. Es decir que se observa valores más bajos, aunque sin significación estadística, en el grupo control.

En los Deportes de Equipo no se define una tendencia clara, ya que varía según el grupo de edad.

La Gimnasia sigue una tendencia similar al grupo anterior, al igual que el Deporte de Raqueta.

Por lo tanto globalmente, y siempre hablando de una valoración bipodal y con una duración de 10 segundos, se observa que no hay una tendencia clara y por lo tanto determinante para que sea aclaradora desde el punto de vista del equilibrio. Es decir que creemos que coincidiendo con la literatura, la duración de una valoración de apoyo bipolar debe ser de al menos 30 segundos^[12, 227, 228, 242], incluso de 60 segundos^[185].

Por lo tanto, dado que concluimos que los datos obtenidos, en apoyo bipodal, para diferenciar entre los distintos deportes y el grupo control no son determinantes, nos parece que tampoco lo son de cara a enfrentar los distintos deportes.

Cuando realizamos la valoración monopodal del estudio, la situación parece ser más clarificadora. Para ello hemos seguido varios estadíos desde el valorar globalmente grupo Control frente al grupo Talentos; grupo Control frente al grupo Talentos por Edades; grupo Control frente al grupo Talentos por Deportes; grupo Control frente al grupo Talentos por Deportes y Edades; y grupo Control frente al grupo Talentos por Deportes, Edad y Género.

En el primer caso de Talentos frente a Control, de forma global Se observa una diferencia de mejor apoyo en el Grupo de Talentos en 11 de los 12 valores estudiados, con diferencias significativas (>95%) en 7 de los valores (Ilustración 74.). Coincide con los encontrado en la literatura^[227, 228].

En el segundo caso, al enfrentar las edades, sin relacionar deporte o género ^(Ilustración 75-77), sigue la tendencia de mejor equilibrio según aumenta la edad, pero siempre mejor en los talentos frente a controles, de forma significativa en varios de los parámetros valorados.

Al enfrentar los valores monopodales masculinos^(Ilustración 78) a la edad de 9-10 años se observa unos valores más bajos en los Talentos en 9 de los 12 valores. En cambio en el grupo femenino^(Ilustración 79) esta tendencia se invierte en 8 de los 12 casos.

Sin embargo cuando se enfrentan los grupos de edad de 11-12 y 13-14, tanto en masculino como en femenino, se observan valores más bajos en el grupo de Talentos, 11 sobre 12 valores, en las edades 11-12 años, tanto masculino^(Ilustración 80) como femenino^(Ilustración 81); de 10 sobre 12 valores en la edad de 13-14 años masculino^(Ilustración 82) y 9 sobre 12 en el grupo 13-14 años femenino^(Ilustración 83). Es decir que coincide en cierta forma con la literatura al mejorar los valores según aumenta la edad^[126, 203].

Cuando valoramos en relación al deporte practicado, se observa un mejor equilibrio en todos los deportes con diferencias significativas, en la menos 5 parámetros. De igual forma se observa al diferenciarlo por edades, aunque en el Deporte de Raqueta de media y mayor edad, esta tendencia se invierte.

Si por último entramos a analizar por grupos de género, edad y deporte, se observan ciertas contradicciones en determinados grupos como es el caso de las Artes Marciales masculino de mayor edad; Atletismo femenino de todas la edades; Gimnasia femenina de 9-10 años; Natación femenina de 11-12 años; y Deportes de Raqueta y de Equipo en todas las edades, donde tienen peor equilibrio que los controles. Esto se explicaría por la forma de entrenar, ya que no hemos entrado de forma específica en cada deporte, si que generalmente se suele obviar los entrenamientos multifacéticos^[13] y específicos^[240, 291-297] de trabajar el equilibrio en algunas edades y deportes lo que explicaría su peor rendimiento.

En último caso, cuando se valora entre los distintos deportes, se observa un mejor equilibrio en Gimnasia^[240, 298] y los deportes de equipo y un peor equilibrio en los deportes de natación, atletismo, raqueta y artes marciales, que en el caso de la gimnasia parece tener una respuesta lógica, mientras que en las artes marciales, contradictoria, quizás debido a la edad o la poca cantidad de entrenamiento sobre equilibrio que se ha realizado.

Puede parecer contradictorio, cuando se ha visto que la Gimnasia femenina tiene peor equilibrio en edades más jóvenes, pero eso parece seguir la línea del entrenamiento específico del equilibrio, donde en la gimnasia es una de las actividades en las que se trabaja de forma exhaustiva, multifacético en especial a partir de que se realiza el entrenamiento más en serio. Es de destacar que en el caso de este grupo citado, era proporcionalmente más joven que los demás por lo que aunque tengan mejor equilibrio, debido a su juventud, los valores eran peores.

Valoración en función de las Entradas sensoriales

Coincidiendo con la literatura en la cual sugieren que los niños, la visión domina a los patrones vestibulares o propioceptivos, se observa que en los apoyos bipodales se obtienen mejores resultados con ojos cerrados que con ojos abiertos, tanto en los controles como en los talentos.

Valoración en función del desplazamiento Lateral o Antero-Posterior y Deportes

En este caso hay una cierta discrepancia con los resultados encontrados en la literatura, ya que según algunos autores observan que la posición media de las oscilaciones dinámicas ántero-posteriores eran inversamente proporcionales a la dirección de caída de los judokas^[132].

Grupo Control versus Grupo Talentos^(Ilustración 144). Se presenta un mejor equilibrio en el desplazamiento lateral frente al ántero-posterior, tanto en los controles como en los talentos, siendo significativa en estos últimos. Esto coincide con lo encontrado en los trabajos realizados por donde analizan que los niños no tiene capacidad para recibir información en el eje ántero-posterior o que aún recibéndola, no son capaces de analizarla correctamente.

Grupo Talentos^(Ilustración 145). Valorando de forma global el Grupo Talentos, salvo en la valoración bipodal y sólo uno de los cuatro valores en monopodal se aprecia un mejor equilibrio en el desplazamiento lateral y con diferencias no significativas, por lo que no se encuentran diferencias entre los dos grupos de estudio y control respectivamente.

Artes Marciales^(Ilustración 146). Aparecen diferencias de un mejor apoyo ántero-posterior (eje Y) en 4 de los 6 parámetros, siendo significativo sólo en uno.

Atletismo^(Ilustración 147). Se aprecian diferencias a favor de mejor apoyo en el eje ántero-posterior (Y) con diferencias significativas en 3 de los parámetros.

Deportes de Equipo^(Ilustración 148). Se aprecian diferencias en 5 de los 6 parámetros, a favor del eje lateral y siendo significativas ($p>95\%$) en 3 de ellos. En los futbolistas de élite se refieren diferencias en función de la demarcación de delanteros o defensas^(Hahn 1999). Dadas las edades de estudio, no debiera haber aún una diferenciación en la demarcación y se deba a la forma de utilizar la información visual en el eje antero-posterior de los niños^(Amblard 1976, 1980). En este caso cabría pensar que los deportistas detectados eran mejores defensas, pero nos parece demasiado aventurado pretender afinar tanto a estas edades.

Gimnasia^(Ilustración 144). Se aprecian diferencias en 5 de los 6 parámetros y siendo significativas ($p>95\%$) en 3 de ellos. En el caso de los gimnastas, se aprecia una significación estadística en una mejora estabilidad en el eje lateral, coincidiendo con los resultados de Amblard^(Amblard 1976, 1980, 1985[173]).

Natación^(Ilustración 150). Presenta una tendencia hacia un mejor equilibrio ántero-posterior en 4 de los 6 parámetros, pero sin diferencias significativas.

Deportes de Raqueta^(Ilustración 151). Presenta una tendencia hacia un mejor equilibrio ántero-posterior en 4 de los 6 parámetros, pero sin diferencias significativas, siendo sólo significativa en uno de los parámetros.

Es decir, que salvo el deporte de gimnasia y Deportes de equipo, los demás deportes se estabilizan mejor en el eje ántero-posterior. En contra de lo encontrado en la literatura donde dice que los niños no tiene capacidad para recibir información en el eje ántero-posterior o que aún recibéndola, no son capaces de analizarla correctamente. Estos autores han utilizado una tarea visual para testear la estabilidad postural de niños de 6 a 10 años y encontró que los niños de estas edades no pueden utilizar la tarea visual cercana para estabilizarse en el plano A-P^[79, 109, 156, 162, 169, 170].

Según estos resultados y en relación a lo explicado por Paulus y cols, el mejor o peor equilibrio en el eje ántero-posterior o lateral podría radicar en que la zona del campo visual se trabaja más. Paulus y cols,^[121, 123] sugieren que el

área central del campo visual, más que la retina periférica, domina el control postural. Incluso, indican que el efecto de estabilización de sólo 30° de visión central es groseramente equivalente a la proporcionada por toda la visión periférica con el mismo grado de visión del 30° ocluido. A pesar de que los autores subestimaron el papel de la visión foveal^[118], ven ahora que es un potente contribuyente al balanceo lateral, en particular^[121, 123].

En cualquier caso, parece evidente, de una u otra forma la dependencia del sistema visual de todos los deportistas, independientemente de sus disciplinas^[173].

Conclusiones

1. El estudio del equilibrio es una prioridad dentro de la valoración del estado de salud de la población normal, y en especial para la práctica deportiva.
2. El estudio del equilibrio nos permite valorar si la persona puede tener una alteración en cualquiera de los sistemas involucrados en el mismo.
3. El tiempo de medición de menos de 20", en el estudio bipodal, no es suficiente para diferenciar entre unos niños tomados al Azar y el grupo de Talentos, ni siquiera en las edades más maduras, o en los deportes en que la especialización se realiza más precozmente, como es el caso de la Gimnasia, salvo en A. Marciales que parece tener una tendencia de mejor equilibrio frente a los controles
4. Se observa mejor equilibrio en las mujeres frente a los hombres en el grupo Control, mientras que en el grupo de Talentos, son los varones que tienen mejor estabilidad en bipodal, mientras que en monopodal son las mujeres.
5. Se obtiene un mejor equilibrio según aumenta la edad.
6. En valoración bipodal se obtienen mejores resultados con ojos cerrados que con ojos abiertos.
7. La valoración monopodal muestra unas diferencias de un mejor equilibrio en el grupo de Talentos, frente a los controles.
8. En las valoraciones monopodales, se observa una tendencia de mejor equilibrio hacia aquellos deportes en donde esta cualidad se trabaja más, como es la Gimnasia.
9. Salvo la Gimnasia y Deportes de Equipo, los demás deportes se estabilizan mejor en el eje ántero-posterior.
10. La introducción de ciertas tareas en el momento de la valoración del control postural son imprescindibles para la discriminación de talentos.

CONCLUSION

La estabilometría puede ser una prueba orientadora en la determinación y clasificación de los talentos deportivos en especial dentro de un mismo deporte.

Bibliografía

1. Asseman F, C.O., Cremieux J., *Is there a transfer of postural ability from specific to unspecific postures in elite gymnasts?*. *Neurosci Lett*, 2004. Mar 25;358(2)83-6.
2. Hahn T, F.A., Vestergaard E, Ingemann-Hansen T., *One-leg standing balance and sports activity*. *Scand J Med Sci Sports*, 1999. Feb;9(1): p. 15-8.
3. Aalto, H.P., I; Ilmarinen, R; Rahkonen, E; Starck, J, *Postural stability in shooters*. *ORL J Otorhinolaringol Ralt Spec*, 1990. 52: p. 232-8.
4. Era P, K., N; Mehto, P; Saarela, P; Lyytinen, H., *Postural stability and skilled performance, a study on top-level and naïve rifle shooters*. *J Biomech*, 1996. 29: p. 301-6.
5. Bizid, R.P., T, *Les activités posturales de footballeurs de niveau national différent-elles entre les attaquants et les défenseurs?* *Science&Sports*, 2006. 21: p. 23-25.
6. Caron O, G.T., Rougier P, Blanchi JP., *A comparative analysis of the center of gravity and center of pressure trajectory path lengths in standing posture: an estimation of active stiffness*. *J Appl Biomech*, 2000. Aug;16(3) 234-47.
7. Donatelli, R.W., M; Ekedahl, S.R. y cols, *Relationship between static and dynamic foot postures in professional baseball players*. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1999. Jun; 29 (6): p. 316-25.
8. Paillard, T. and F. Noe, *Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer*. *Scand J Med Sci Sports*, 2006. 16(5): p. 345-8.
9. Gioftsidou, A., et al., *The effects of soccer training and timing of balance training on balance ability*. *Eur J Appl Physiol*, 2006. 96(6): p. 659-64.
10. Tlili, M., et al., *Stability and phase locking in human soccer juggling*. *Neurosci Lett*, 2004. 360(1-2): p. 45-8.
11. Broglio SP, G.K., Sell TC, Lephart SM., *No acute changes in postural control after soccer heading*. *Br J Sports Med* , 2004. Oct;38(5) 561-7.
12. Davlin, C.D., *Dynamic balance in high level athletes*. *Percept Mot Skills*, 2004. 98(3 Pt 2): p. 1171-6.
13. Hrysomallis, C., *Relationship between balance ability, training and sports injury risk*. *Sports Med*, 2007. 37(6): p. 547-56.
14. Paillard, T., R. Bizid, and P. Dupui, *Do sensorial manipulations affect subjects differently depending on their postural abilities?* *Br J Sports Med*, 2007.
15. Gerbino, P.G., E.D. Griffin, and D. Zurakowski, *Comparison of standing balance between female collegiate dancers and soccer players*. *Gait Posture*, 2006.
16. Guillou, E., P. Dupui, and E. Golomer, *Dynamic balance sensory motor control and symmetrical or asymmetrical equilibrium training*. *Clin Neurophysiol*, 2007. 118(2): p. 317-24.
17. Owen, J.L., et al., *Is there evidence that proprioception or balance training can prevent anterior cruciate ligament (ACL) injuries in athletes without previous ACL injury?* *Phys Ther*, 2006. 86(10): p. 1436-40.
18. Watson, A.W., *Sports injuries in footballers related to defects of posture and body mechanics*. *J Sports Med Phys Fitness*, 1995. 35(4): p. 289-94.
19. Bressel E, Y.J., Kras J, Heath EM, *Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes*. *J Athl Train*, 2007. Jan-Mar; 42(1): p. 42-6.
20. Schmitt DM, H.J., Evans TA, Olmsted LC, Putukian M, *Effect of an acute bout of soccer heading on postural control and self-reported concussion symptoms*. *Int J Sport Med*, 2004. Jul; 25(5): p. 326-31.
21. Paillard T, N.F., Rivière T, Marion V, Montoya R, Dupui P., *Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition*. *J Athl Train*, 2006. apr-Jun; 41(2): p. 172-6.

22. Bringoux L, M.L., Nougier V, Barraud PA, Raphel C., Effects of gymnastics expertise on the perception of body orientation in the pitch dimension. *J Vestib Res*, 2000. 10(6)251-8.
23. Marin L, B.B., Bootsma RJ., Level of gymnastic skill as an intrinsic constraint on postural coordination.. *J Sports Sci.* , 1999. Aug;17(8)615-26.
24. Vuillerme N, D.F., Marin L, Boyadjian A, Prieur JM, Weise I, Nougier V., The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neurosci Lett*, 2001. May 4;303(2)83-6.
25. Vuillerme N, N.V., Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics.. *Brain Res Bull.*, 2004. Mar 15;63(2)161-5.
26. Vuillerme N, T.N., Nougier V., The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neurosci Lett*, 2001. Sep 28;311(2)73-6.
27. Vuillerme, N. and V. Nougier, Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. *Brain Res Bull*, 2004. 63(2): p. 161-5.
28. Asseman, F., O. Caron, and J. Cremieux, Is there a transfer of postural ability from specific to unspecific postures in elite gymnasts? *Neurosci Lett*, 2004. 358(2): p. 83-6.
29. Bringoux, L., et al., Effects of gymnastics expertise on the perception of body orientation in the pitch dimension. *J Vestib Res*, 2000. 10(6): p. 251-8.
30. Vuillerme, N., et al., The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neurosci Lett*, 2001. 303(2): p. 83-6.
31. Marin, L., B.G. Bardy, and R.J. Bootsma, Level of gymnastic skill as an intrinsic constraint on postural coordination. *J Sports Sci*, 1999. 17(8): p. 615-26.
32. Balter, S.G., et al., Habituation to galvanic vestibular stimulation for analysis of postural control abilities in gymnasts. *Neurosci Lett*, 2004. 366(1): p. 71-5.
33. Debu, B. and M. Woollacott, Effects of gymnastics training on postural responses to stance perturbations. *J Mot Behav*, 1988. 20(3): p. 273-300.
34. Chapman D W, N.K.J., Allison G T, Lay B, Edwards D J., Effects of experience in a dynamic environment on postural control. *Br J Spot Med*, 2008. 42: p. 16-21.
35. Balter SG, S.R., Akkermans E, Kingma H, Habituation to galvanic vestibular stimulation for analysis of postural control abilities in gymnasts. *Neurosci Lett*, 2004. Aug 5;366(1) 71-5.
36. Gautier G, T.R., Larue J., Influence of experience on postural control: effect of expertise in gymnastics. *J Mot Behav.*, 2008. Sep;40(5):400-8.
37. Bell C, The hand. Its mechanism and vital environment. . 4Th edition. V. Pickering. London, 1837.
38. Gagey, P.W., B, Posturología. regulación y alteraciones de la bipedestación., ed. Masson. 2000. 9-62.
39. Gutierrez Velez, A.E.T., E; Martín Sanz, N; Zubiaur González, M Metodología para determinar los estilos cognitivos en gimnastas, con la utilización de plataforma de fuerza. <http://www.efdeportes.com/Revista> Digital Buenos Aires, 2003. año 9, nº 60 mayo.
40. Hernández Corvo, R., Talentos Deportivos. 2001.
41. Hadj- Djilani, A., L´ Equilibre. *Rev Med Suisse Romande*, 1993 113(9): p. 671-6.
42. Lázaro Lázaro. Alfonso, El equilibrio humano: un fenómeno complejo. *Motorik.*, 2000. vol 2: p. 80-86.
43. Vayer, El equilibrio corporal, ed. B. Científico-Médica. 1982.
44. Tascón-Sixto, F.T.y.F., Natura, nurtura, stress y patología. Significado de la psotura y de la marcha humana. Teoría, Antropología, Patología. Edit Complutense, 1996.
45. López Moranchel, I., Influencia de la fatiga sobre la estabilidad, in Tesis doctoral Complutense. 2003.

46. Mendez, C., *Libro del ejercicio corporal y sus provechos*. Ed. Comunidad de Madrid, 1999.
47. Romberg, M.H., *Manual of nervous diseases of man*, ed. S.s. Loodon. Vol. 395-401. 1853.
48. Riva, D.S., G. P., *Refinding equilibrium*. Sport & Medicina, 1999. 5.
49. Sherrington CS, *Flexion-reflex of the limb, crossed extension-reflex, and reflex stepping and standing*. J Physiol, 1910. Apr 26;40(1-2): p. 28-121.
50. Sherrington CS, *Strychnine and reflex inhibition of skeletal muscle*. J Physiol, 1907. Nov 29;36(2-3): p. 185-204.
51. Babinski, J., *L'asynergie cérébelleuse*. Rev. Neurol., 1899. 7-806-816.
52. BARON JB, C.A., CABAU N., *New therapy of scoliosis in children*. Presse Med, 1955. Apr 20;63(28) 574.
53. Thomas, A.A.J., *L'axe corporel. musculature et inervation.*, ed. Masson. 1948.
54. Thomas, A., *Équilibre et équilibration.*, ed. Masson. 1940.
55. JB., B., *Oculomotor muscles, headache disequilibrium, scoliotic position*. Presse Med, 1955. Mar 16;63(20)407-10.
56. Gagey PM, W.B., *Posturología. regulación y alteraciones de la bipedestación.*, ed. Masson. 2001a. 9-66.
57. Fukuda T, *Vertical writing with eyes covered. A new test of vestibulospinal reaction*. Acta Otolaryngol, 1959a. 50, 26-33.
58. Fukuda T, *The stepping test. Two phases of the labyrinthine reflex*. Acta Otolaryngol, 1959b. 50, 95-108.
59. Fukuda T, *Studies on human dynamic postures from the viewpoint of postural reflexes*. Acta Otolaryngol, 1961. Sup, 161.
60. B, G.P.W., *Posturología. regulación y alteraciones de la bipedestación.*. Masson. 2000. 9-62.
61. Nashner, L.M., *Analysis of movement control in man using the movable platform*. Adv Neurol, 1983. 39: p. 607-19.
62. Nashner, L.M., *Vestibular postural control model*. Kybernetik, 1972. 10(2): p. 106-10.
63. Nashner, L.M., *A model describing vestibular detection of body sway motion*. Acta Otolaryngol, 1971. 72(6): p. 429-36.
64. Horak F. B and L.M. Nashner, *Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations*. J Neurophysiol, 1986. 55(6): p. 1369-81.
65. Nashner, L.M., *Organization and programming of motor activity during posture control*. Prog Brain Res, 1979. 50: p. 177-84.
66. Nashner, L.M., *Adapting reflexes controlling the human posture*. Exp Brain Res, 1976. 26(1): p. 59-72.
67. Nashner LM, P., J. F., *Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders*. Neurol Clin, 1990. 8(2): p. 331-49.
68. Nashner, L.M., et al., *Organization of posture controls: an analysis of sensory and mechanical constraints*. Prog Brain Res, 1989. 80: p. 411-8; discussion 395-7.
69. Nashner LM, *Computerized Dynamic Posturography*. . In: Goebel JA, ed. *Practical Management of the Dizzy Patient*. Lippincott, Williams & Wilkins; 143-170., 2001.
70. Gagey PM, T.M., *Orthostatic postural control in vestibular neuritis: a stabilometric analysis*. Ann Otol Rhinol Laryngol., 1991. 100(12): p. 971-5.
71. Gagey PM, B.J., Ushio N., *Introduction to clinical posturology*. Agresologie, 1993. 44(3): p. 217-21.
72. Mc Whinnie, H., *A review of recent literature in perceptual / cognitive style with implications for theory and research in art education*. Studies in Art Education, 1970. 11,31-38.

73. Chessa G, C.S.L.V., *Stabilometry and cranio-cervico-mandibular disorders*. *Minerva Stomatol.*, 2002. May;51(5): p. 167-71.
74. Riva, D.T., P, *Static and Dynamic Postural Control*. *Sport & Medicina*, 1999.
75. Riva, D.B., M; Trevisson, P.; Trente, P.; Minoletti, R. Venturin, N. Borga, S., *Static postural strategies in figure skaters and ice dancers*. 1999.
76. Tang PF, M.S., Woollacott MH., *Correlation between two clinical balance measures in older adults: functional mobility and sensory organization test*. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* , 1998. 53(2): p. M140-6.
77. Shumway-Cook A, W.M., *Attentional demands and postural control: the effect of sensory context*. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* , 2000. Jan;55(1)M10-6.
78. Shumway-Cook A, W.M., *Motor Control: Theory and Practical Applications*, . 2nd ed Baltimore, MD. Lippincott, Williams and Wilkens. 2000.
79. Woollacott M, S.-C.A., *Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research*. *Gait Posture*, 2002. Aug;16(1): p. 1-14.
80. Palmisciano, G., *500 ejercicios de equilibrio. Aspectos biológicos, mecánicos y didácticos. Test de control. Educación Físicas y Entrenamiento*. , ed. E.H. Europea. 1994.
81. Guyton, H., *Fisiología Médica*. 9ª ed. ed, ed. M.G.H. Interamericana. 1997.
82. Hirschfeld H, *Postural Control: Acquisition and Integration during Development*. *Med Sport Sci.- Movement Disorders in Children*. Forssberg H, Hirschfeld H, eds., 1992. 36: p. 199-208.
83. GURFINKEL V S, O., S M, *EQUILIBRIUM DYNAMICS OF HUMAN VERTICAL POSTURE*. *Biofizika*, 1972. may-jun 17(3) 478-86.
84. Thomas D.P., W.R.J., *Postural movements during normal standing in man*. *J Anat*, 1959. Oct; 93,524-39.
85. Rougier P, C.O., *Center of gravity motions and ankle joint stiffness control in upright undisturbed stance modeled through a fractional Brownian motion framework*. *J Mot Behav*, 2000. Dec;32(4)405-13.
86. Rougier, P., *Visual feedback induces oppsite effects on elementary centre of gravity and centre of pressure minus centre of gravity motion undisturbed upright stance*. *Clin Biomech*, 2003. may 18(4): p. 341-9.
87. Okada M, *Electromyographic assessment of the muscular load in forward bending posture*. *J. Faculty of science, University of tokyo* 1970. III (5),311-336.
88. Gurfinkel VS, I.Y., Levik YuS, *Some properties of linear relaxation in unfused tetanus of human muscle*. *Physiol Rev* 1992. 41(6)437-43.
89. Gurfinkel, V., Lebedev MA, Levik luS., *Switching effect in the system of equilibrium regulation in man*. *Neirofiziologiya*., 1992. 24(4)462-70.
90. Winter DA, P.A., Frank JS., *Assessment of balance control in humans*. *Med Prog Technol.*, 1990. May;16(1-2):: p. 31-51.
91. Breniere Y, *Why we walk the way we do.* *J Mot Behav*, 1996. Dec;28(4)291-8.
92. Henneman E, O.C., *Relations between structure and function in the design of skeletal muscles*. *J Neurophysiol*, 1965. May;28581-98.
93. Breniere Y, B.B., *Why do children walk when falling down while adults fall down in walking?* *C R Acad Sci III.*, 1988. 307(11)617-22.
94. Breniere Y, D.M., *When and how does steady state gait movement induced from upright posture begin?* *J Biomech*, 1986. 19(12)1035-40.
95. Blumle, A., et al., *A cognitive intersensory interaction mechanism in human postural control*. *Exp Brain Res*, 2006. 173(3): p. 357-63.
96. Sedano, J.B., J, *Tratamiento del vértigo* *Información. Terapeutica de la Seguridad Social*, 1987. 11 (6): p. 109-112.
97. Yasuda T, N.T., Inoue H, Iwamoto M, Inokuchi A., *The role of the labyrinth, proprioception and plantar mechanosensors in the maintenance of an upright posture*. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 1999. 256 Suppl 1: p. S27-32.
98. Tortora, G., *Principios de anatomía y fisiología*, ed. H. BRACE. 1998.

99. Etty Griffin, L., Neuromuscular training and injury prevention in sports. *Clin Orthop*, 2003. apr (409): p. 53-60.
100. Guidetti, G., *Diagnosi e terapia dei disturbi dell' equilibrio*, ed. E. MARRAPESE.ROMA. 1997.
101. Barona R, G.L., Comeche C., Study of the vestibular reflex. *Clinical applications of posturography. Acta Otorrinolaringol Esp*, 1993. 44(3): p. 217-21.
102. Massion J, The mammalian red nucleus. *Physiol. Rev*, 1967. 47: p. 383-401.
103. Bhattacharya A, S.R., Bornschein RL, Dietrich KN, Keith R., Lead effects on postural balance of children. *Environ Health Perspect*, 1990. 89: : p. 35-42.
104. Perrin PP, J.C., Perrin CA, Bene MC., Influence of visual control, conduction, and central integration on static and dynamic balance in healthy older adults. *Gerontology*, 1997. 43(4): p. 223-31.
105. Gauchard GC, J.C., Perrin PP, Physical and sporting activities improve vestibular afferent usage and balance in elderly human subjects. *Gerontology*, 2001. Sep-Oct;47(5): p. 263-70.
106. Cromwell RL, N.R., Forrest G, Influence of vision on head stabilization strategies in older adults during walking. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2002. Jul;57(7): p. M442-8.
107. Fitzpatrick R, M.D., Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. *J Physiol* , 1994. Jul 1; 478 (Pt 1): p. 173-86.
108. TOUPET, M., Les convergences visuelles et proprioceptives cervicales sur l'arc reflexe vestibulo-oculaire et le vestibulo-cerebelum. *Ann. Otolaryng.*, 1982. 99: p. 119-128.
109. Riach CL, S.J., Visual fixation and postural sway in children. *J Mot Behav.*, 1989. Sep;21(3265-76.
110. Rougier, P., Optimisation de la technique du feedback visuel par le port bilatéral d'orthèses de cheville rigides: approche fréquentielle. *Kinesithérapie Scientifique*, 2002. 422: p. 6-15.
111. Rougier, P., Une technique d'optimisation du feedback visuel: le décalage temporel.. *Rev Romande de Physiothérapie*, 2003. 4153-168.
112. Rougier P, Z.E., Borlet E., Influence of visual cues on upright postural control: differentiated effects of eyelids closure. *Rev Neurol*, 2003 Feb;159(2)180-8.
113. Amblard B, C.A., Role of foveal and peripheral visual information in maintenance of postural equilibrium in man. *Percept Mot Skills*, 1980. Dec;51(3 Pt 1)903-12.
114. Amblard B, C.J., Marchand AR, Carblanc A., Lateral orientation and stabilization of human stance: static versus dynamic visual cues. *Exp Brain Res*, 1985. 61(1)21-37.
115. Assaiante C., A., B., Visual factors in the child's gait: effects on locomotor skills. *Percept Mot Skills*, 1996. 83(3 Pt 1): p. 1019-41.
116. Woollacott M, D.B., Mowatt M., Neuromuscular control of posture in the infant and child: is vision dominant? *J Mot Behav.*, 1987. Jun;19(2)167-86.
117. Walsh, E., Standing man, slow rhythmic tilting, importance of vision. *Agressologie.*, 1973. Sep;14(Spec No C):79-85.
118. Straube, A.K., S.Paulus, W.Brandt, T., Dependence of visual stabilization of postural sway on the cortical magnification factor of restricted visual fields. *Exp Brain Res*, 1994. 99(3): p. 501-6.
119. Lee DN, L.J.R., Visual proprioceptive control of stance. *Journal of Human Movement Studies*, 1975. 1,87-95.
120. Amblard B, C.J., Role of visual information concerning movement in the maintenance of postural equilibrium in man. *Agresologie*, 1976. 17(C Spec No) 25-36.

121. Paulus WM, S.A., Brandt T., Visual stabilization of posture. *Physiological stimulus characteristics and clinical aspects. Brain*, 1984. Dec;107 (Pt 4)1143-63.
122. Dornan, J., G.R. Fernie, and P.J. Holliday, Visual input: its importance in the control of postural sway. *Arch Phys Med Rehabil*, 1978. 59(12): p. 586-91.
123. Paulus W, S.A., Brandt TH., Visual postural performance after loss of somatosensory and vestibular function. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1987 Nov;50(11)1542-5.
124. Lekhel H, M.A., Assaiante C, Cremieux J, Amblard B, Cross-correlation analysis of the lateral hip strategy in unperturbed stance. *Neuroreport*, 1994. Jun 2;5(10)1293-6.
125. Kirshenbaum N, R.C., Starkes JL., Non-linear development of postural control and strategy use in young children: a longitudinal study. *Exp Brain Res*, 2001. Oct;140(4)420-31.
126. Riach CL, H.K., Maturation of postural sway in young children. *Dev Med Child Neurol.*, 1987. Oct;29(5)650-8.
127. Siegel JC, M.M., Tecklin JS., Age-related balance changes in hearing-impaired children. *Phys Ther*, 1991. Mar;71(3)183-9.
128. Richardson PK, A.S., Crowe TK, Deitz JC., Performance of preschoolers on the Pediatric Clinical Test of Sensory Interaction for Balance. *Am J Occup Ther* 1992. Sep;46(9)793-800.
129. Laughton CA, S.M., Katdare K, Nolan L, Bean JF, Kerrigan DC, Phillips E, Lipsitz LA, Collins JJ., Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment.. *Gait Posture*, 2003 Oct;18(2):101-8.
130. Cremieux J, M.S., Differential sensitivity to static visual cues in the control of postural equilibrium in man. *Percept Mot Skills*, 1994. Feb;78(1)67-74.
131. Paillard T, C.-S.C., Lafont C, Dupui P., Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists? *Br J Sports Med*, 2002. Aug;36(4)304-5.
132. Paillard, T., R. Montoya, and P. Dupui, Influence of postural regulation in male judokas' direction of falls. *Percept Mot Skills*, 2005. 101(3): p. 885-90.
133. Golomer E, D.P., Sereni P, Monod H., The contribution of vision in dynamic spontaneous sways of male classical dancers according to student or professional level. *J Physiol* , 1999. May-Jun;93(3)233-7.
134. Bles W, K.T., Brandt T, Arnold F, The mechanism of physiological height vertigo. II. Posturography. *Acta Otolaryngol.*, 1980. May-Jun;89(5-6)534-40.
135. Brandt Th., P.W., Bles W., Disorders of posture and gait Thieme (Stuttgart), 1990. 198-201.
136. Roll J.P., R.R., From eye to foot : a proprioceptive chain involded in postural control. In " Posture and gait : Developpement, adaptation and modulation, ed Amblard, Berthoz, Clarac, Esevier Amsterdam, 1988. 155- 164.
137. Cornilleau-Peres, V., et al., Measurement of the visual contribution to postural steadiness from the COP movement: methodology and reliability. *Gait Posture*, 2005. 22(2): p. 96-106.
138. Gagey PM, W.B., *Posturología. regulación y alteraciones de la bipedestación.*, ed. Masson. Vol. 1. 2001b. 20,29,39,44,54,64,66,70,79,100,110.
139. Ramirez R, Trastornos del equilibrio. Vol. 1. 2003: MacGraw-Hill.Interamericana.
140. Boghen, D., Vestibular syndrome: clinical and pathophysiological considerations. *Adv Oto-rhino-laring*, 1982. 28: p. 33-38.
141. EG., W., Standing man, slow rhythmic tilting, importance of vision. . *Agresologie*, 1973. Sep;14(Spec No C)79-85.
142. Asai H., F.K., Toyama H., Yamashina T., Nara I., Tachino K. , The influence of foot soles cooling on standing postural control.. 1990.

143. Magnusson M., E.H., Johansson R., Pyykkö I., The importance of somatosensory information from the feet in postural control in man. 1990.
144. Ch., S., The integrative action of the nervous system. 1906.
145. Scherrington CS, On the proprioceptive system, especially in its reflex aspects. *Brain*, 1906. 29: p. 467-82.
146. Scherrington CS, Observations on the sensual role of the proprioceptive nerve supply of the extrinsic ocular muscle. *Brain*, 1918. 41: p. 332-343.
147. Scherrington C S, Postural activity of muscle and nerve. . *Brain.*, 1915. 38 191-234
148. Calderón FJ, L.J., *Neurofisiología aplicada al deporte*. 1 ed. Vol. 1. 2005.
149. Conway BA, H.H., Kiehn O. , Proprioceptive input resets central locomotor rhythm in the spinal cat. *Exp Brain Res*, 1987. 68(3)643-56.
150. Conway MA, B.D., Organization in autobiographical memory. *Mem Cognit.*, 1987. Mar;15(2)119-32.
151. Puget J, U.G., Reconstruction of the iliac bone using the homolateral femur after resection for pelvic tumor. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 1986. 72(2)151-5.
152. Nashner, L.M. and H. Forssberg, Phase-dependent organization of postural adjustments associated with arm movements while walking. *J Neurophysiol*, 1986. 55(6): p. 1382-94.
153. Forssberg, H. and L.M. Nashner, Ontogenetic development of postural control in man: adaptation to altered support and visual conditions during stance. *J Neurosci*, 1982. 2(5): p. 545-52.
154. Lee DN, L.R., Visual control of locomotion I. *Scand J Psycho*, 1977. 18(3) 224-30.
155. Shumway-Cook A, W.M., The growth of stability: postural control from a development perspective. *J Mot Behav*, 1985. Jun;17(2)131-47.
156. Rankin JK, W.M., Shumway-Cook A, Brown LA., Cognitive influence on postural stability: a neuromuscular analysis in young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* , 2000. Mar;55(3): p. M112-9.
157. Woollacott M H, S.-C.A., Nashner L M., Aging and posture control: changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging Hum Dev*, 1986. 23(2): p. 97-114.
158. Shumway-Cook A, W.M., Dynamics of postural control in the child with Down syndrome. . *Phys Ther*, 1985. Sep;65(9)1315-22.
159. Moe-Nilssen R, H.J., Talcott JB, Toennesen FE., Balance and gait in children with dyslexia. *Exp Brain Res* , 2003. May;150(2): p. 237-44.
160. Bringoux, L.M., L. Nougier, V.Barraud, P. A. Raphel, C., Effects of gymnastics expertise on the perception of body orientation in the pitch dimension. *J Vestib Res*, 2000. 10(6): p. 251-8.
161. Massion J, P.K., Fabre JC, Rage P, Gurfinkel V., Is the erect posture in microgravity based on the control of trunk orientation or center of mass position? *Exp Brain Res*, 1997. Apr;114(2)384-9.
162. Lajoie Y, T.N., Bard C, Fleury M, Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Exp Brain Res* , 1993. 97(1): p. 139-44.
163. Gauchard GC, J.C., Tessier A, Perrin PP. , Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. *Neurosci Lett*, 1999. Oct 1;273(2) : p. 81-4.
164. Davitt J S, M.B.A., Armstrong P F., Plantar pressure and radiographic changes after distal calcaneal lengthening in children and adolescents. *Jou. Pediatric Orthop.Development*, 2001. 21(1): p. 70-5.
165. Escamilla R, Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. . *Med Sci Sports Exerc*, 2001. 33(1): p. 127-141.

166. Fredericks, E.C.e.a., *Sports Shoes and Playing Surfaces. Biomechanical Properties.* Human Kinetics Publishers INC. Illinois, USA. *Int J Sports Med*, 1984.
167. Pérez Dominguez, I., *Caracterización de las huellas plantares en atletas pre-junior de beisbol.* Tesis. 2000, Universidad Autónoma de Méjico.
168. Freeman Mar; Wyke, B., *The innervation of the ankle joint* . *Acta Anat*, 1967. 68: p. 321-333.
169. Streepey JW, A.-K.R., *The role of task difficulty in the control of dynamic balance in children and adults.* *Hum Mov Sci.*, 2002. Oct;21(4): p. 423-38.
170. Luchies CW, W.D., Pazdur R, Young S, DeYoung AJ, *Effects of age on balance assessment using voluntary and involuntary step tasks.* 1999. Mar;54(3): p. M140-4.
171. Gibson, J., *The senses considered as perceptual systems.* Boston: Houghton Mifflin. 1966.
172. Delorme A, M.C., *Roles of retinal periphery and depth periphery in linear vection and visual control of standing in humans.* . *Can J Psychol.*, 1986. Jun;40(2):176-87.
173. Calavalle AR, S.D., Rocchi MB, Panebianco R, Del Sal M, Stocchi V., *Postural trials: expertise in rhythmic gymnastics increases control in lateral directions.* *Eur J Appl Physiol.* , 2008. Jul 10.
174. Odenrick P, S.P., *Development of postural sway in the normal child.* *Hum Neurobiol.*, 1984. 3(4):241-4.
175. Ishizaki K; Mori N; Takeshima T; Fukuhara Y; Ijiri T; Kusumi M; Kowa H; Nakashima, K., *Static stabilometry in patients with migraine and tension-type headache during a headache-free period.* *Psychiatry Clin Neurosci*, 2002. feb 56(1): p. 85-90.
176. Ricciardi P, G.A., *Posturologia Olistica.* Edit. Marrapese, Roma., 1997.
177. Gonzalez, L.J.S., S.V.; Jensen, J.L., *A procedure to determine equilibrium postural configurations for arbitrary locations of feed.* *J Biomech Eng*, 1999. Dec; 121 (6): p. 644-9.
178. Legido JC; Segovia, J., L-Silvarrey FJ, , *Manual de valoración funcional.*, ed. E. Eurobook. 1997.
179. Segovia, J.C.L.-S., F.J.; Legido, J.C., *Manual de Valoración Funcional. Aspectos funcionales y Clínicos.* 2ª ed. Vol. 1. 2007: ElSevier.
180. HoraK F B, *Clinical measurement of postural control in adults.* *Phys Ther*, 1987. 67: p. 1881-5.
181. Raty HP, I.O., Karppi SL., *Dynamic balance in former elite male athletes and in community control subjects.* *Scand J Med Sci Sports*, 2002. Apr;12(2): p. 111-6.
182. Norre ME., *Sensory interaction testing in platform posturography.* *J Laryngol Otol.*, 1993. Jun;107(6):496-501.
183. Ichijo H, S.M., Abe S, Ichinohe M, Hoskawa M, Shinkawa H, *Evaluation of upright balance function by computerized dynamic posturography.* *Equilibrium Res*, 1994. Sup 10,: p. 67-70.
184. Kazakov, V.N.U., V Ia; Liakh, Iu E; Klimenko, Ai, *A method of studying variations in the common center of gravity (stabilometry).* *Fiziol Zh*, 1989. sep-oct 35(5): p. 82-4.
185. Yuji Nishiwaki, A.I., Toru Takebayashi, Noriko, Nishiwaki, Kazuyuki Omae, *Stabilometry in Epidemiological Use—Measurement Bias by Different Instructions—.* *J Occup Health*, 1998. 40:: p. 129–130.
186. Nordahl, S.H., et al., *Static stabilometry and repeated testing in a normal population.* *Aviat Space Environ Med*, 2000. 71(9): p. 889-93.
187. Gurfinkel, E.V., *Physical foundations of stabilography.* *Agressologie*, 1973. 14(Spec No C): p. 9-13.

188. Hugon M, Du centre de pression au centre de gravité en posturographie statique, ed. A. M Lacour (Ed). *Posture et équilibre. Entrées sensorielles. Méthodes d'explorations*. 1999, Sauramps, Montpellier. 89-106.
189. Schieppati, M., M. Hugon, et al., *The limits of equilibrium in young and elderly normal subjects and in parkinsonians*. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1994. 93(4): p. 286-98.
190. Winter D.A., P.A., Prince F., Ishac M., Gielo-Periczak K., *Stiffness control of balance in quiet standing*. *J. Neurophysiol*, 1998. 80: p. 1211-21.
191. Gagey PM, B.G., Debrouille O., Lacxoix D., *The one Hertz phenomenon. Vestibular and visual control on posture and locomotor equilibrium*, ed. B.F.O.E.K. In Igarashi M., Basel. 1985.
192. Collins JJ, D.L.C., *Open-loop and closed-loop control on posture - A random-walk analysis of center-of-pressure trajectories*. *Exp. Brain. Res, Brain Res*. 95: p. 308-318.
193. Takagi A., F.E., Suehiro S., *A new method of statokinesigram area measurement. Application of a statistically calculated ellipse*. *Vestibular and visual control of posture and locomotor equilibrium*. Karger (Basel), ed. B.F.O.E. In Igarashi M. 1985. 74-79.
194. Norre, M.E., G. Forrez, and A. Beckers, *Posturography measuring instability in vestibular dysfunction in the elderly*. *Age Ageing*, 1987. 16(2): p. 89-93.
195. Gagey PM, W.B., *Posturología. regulación y alteraciones de la bipedestación*, ed. Masson. 1999.
196. Vallier G, *Analyse statistique multivariée concernant 60 patients présentant un syndrome de déficience posturale*. 1995: Paris.
197. Gagey PM, T.M., *L'amplitude des oscillations posturales dans la bande de fréquence 0,2 Herz: Etude chez le sujet normal*. in *Posture et équilibre*. , ed. S. Lacour M, Montpellier. 1997a. 155-166.
198. Gagey PM, T.M., *Etude des oscillations posturales anormales dans la bande de fréquence 0,2 Herz. Y a-t-il une pathologie infracanaliculaire?*, ed. S. In: *Posture et Equilibre*. Lacour M, Montpellier. 1997b.
199. Njikiktijen C, V.P.J.A.P., *Romberg's sign expressed in a quotient. II Pathology. Aggressologie*, 1976. 17,D: p. 19-24.
200. Kapteyn T S, *Afterthought about the physics and mechanics of postural sway*. *Aggressologie*, 1973. 14, C: p. 27-35.
201. Gagey PM, T.M., Heuschen S, *From ankle to hip strategy; ageing as shown by the parameter VFY*. . In *posture and gait: control mechanisms*. M. Woolacott & F. Horak. University of Oregon Books. Postland, 1992. II, 251-254.
202. Gagey PM, B.G., Bonnier L, Gentaz R, Guillaume P, Maruchi C, Villeneuve P., *Huit leçons de posturologie*, ed. A.C. Association Française de Posturologie. Vol. 4me édition. 1994, 75012. Paris.
203. Hytonen, M., et al., *Postural control and age*. *Acta Otolaryngol*, 1993. 113(2): p. 119-22.
204. Shambes, G.M., *Static postural control in children*. *Am J Phys Med*, 1976. 55(5): p. 221-52.
205. Balogun JA, A.L., Alawale F., *Determinants of single limb stance balance performance*. *Afr J Med Med Sci.*, 1997. Sep-Dec;26(3-4): p. 153-7.
206. Koceja DM, A.D., Earles DR., *Age differences in postural sway during volitional head movement*. *Arch Phys Med Rehabil* , 1999. Dec;80(12):1537-41.
207. Foudriat, B.A., R.P. Di Fabio, and J.H. Anderson, *Sensory organization of balance responses in children 3-6 years of age: a normative study with diagnostic implications*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 1993. 27(3): p. 255-71.
208. Baloh RW, F.T., Zwerling L, Socotch T, Jacobson K, Bell T, Beykirch K., *Comparison of static and dynamic posturography in young and older normal people*. *J Am Geriatr Soc*, 1994. Apr; 42(4): p. 405-12.

209. Matheson AJ, D.C., Smith PF., Further evidence for age-related deficits in human postural function. *J Vestib Res*, 1999. 9(4): p. 261-4.
210. Baloh RW, S.S., Socotch TM, Jacobson KM, Bell T Posturography and balance problems in older people. *J Am Geriatr Soc* 1995. Jun; 43(6): p. 638-44.
211. Perrin PP, G.G., Perrot C, Jeandel C., Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *Br J Sports Med* 1999. Apr;33(2): p. 121-6.
212. Gauchard GC, G.P., Jeandel C, Perrin PP., Physical activity improves gaze and posture control in the elderly. *Neurosci Res*, 2003. Apr;45(4): p. 409-17.
213. Paloski WH, B.F., Metter EJ, Postflight Balance Control Recovery in an Elderly Astronaut: A Case Report. *Otol Neurotol* , 2004. Jan; 25(1): p. 53-56.
214. woolacott M, S.-C.A., Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait and posture*. Elsevier, 2002. 16: p. 1-14.
215. Shumway-Cook A, W.M.B.M., Kerns K, The effects of cognitive demands on postural sway in elderly fallers and non-fallers. *J Gerontol*, 1997. 52:M232-40.
216. Teasdale, N., et al., On the cognitive penetrability of posture control. *Exp Aging Res*, 1993. 19(1): p. 1-13.
217. Philippaerts, R.M., et al., The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *J Sports Sci*, 2006. 24(3): p. 221-30.
218. Peterson CL, F.M., Mrazik M, Piland S, Elliott R., Evaluation of neuropsychological domain scores and postural stability following cerebral concussion in sports. *Clin J Sport Med*, 2003. Jul;13(4) : p. 230-7.
219. Tropp, H., J. Ekstrand, and J. Gillquist, Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med Sci Sports Exerc*, 1984. 16(1): p. 64-6.
220. Soderman, K., et al., Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2000. 8(6): p. 356-63.
221. Mangus, B.C., H.W. Wallmann, and M. Ledford, Analysis of postural stability in collegiate soccer players before and after an acute bout of heading multiple soccer balls. *Sports Biomech*, 2004. 3(2): p. 209-20.
222. Thorpe JL, E.K., Unilateral balance performance in female collegiate soccer athletes. *J Strength Cond Res* ., 2008. Sep;22(5):1429-33.
223. McGuine T A, K.J.S., The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med*, 2006. 34(7): p. 1103-11.
224. McGuine TA, G.J., Best T, Levenson G, Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med*, 2000. Oct; 10(4): p. 239-44.
225. Golomer, E., P. Dupui, and P. Bessou, Spectral frequency analysis of dynamic balance in healthy and injured athletes. *Arch Int Physiol Biochim Biophys*, 1994. 102(3): p. 225-9.
226. Tropp, H. and P. Odenrick, Postural control in single-limb stance. *J Orthop Res*, 1988. 6(6): p. 833-9.
227. Perrin P, D.D., Hugel F, Perrot C., Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait Posture*, 2002. Apr;15(2): p. 187-94.
228. Perrot C, M.J., Mainard D, Barrault D, Perrin PP., Influence of trauma induced by judo practice on postural control. *Scand J Med Sci Sports*, 2000. Oct;10(5): p. 292-7.
229. Stemm J, G.L., Royer T., An investigation of motor control: the static and dynamic balance of golfers. *Journal of athletic training*, 2001. 36; nº 2. apr-jun.
230. Tsang, W.W. and C.W. Hui-Chan, Effects of exercise on joint sense and balance in elderly men: Tai Chi versus golf. *Med Sci Sports Exerc*, 2004. 36(4): p. 658-67.

231. Niinimaa, V. and T. McAvoy, Influence of exercise on body sway in the standing rifle shooting position. *Can J Appl Sport Sci*, 1983. 8(1): p. 30-3.
232. Mononen, K., et al., Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scand J Med Sci Sports*, 2007. 17(2): p. 180-5.
233. Ball KA, B.R., Wrigley TV., Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: inter- and intra-individual analysis. *J Sports Sci.* Jul;21(7):559-66., 2003. Biomechanics Unit, Victoria University, PO Box 14425, Melbourne, MCMC 8001, Australia. kevin_ball@fremantlefc.com.au.
234. Larue, J., et al., [Stability in shooting: the effect of expertise in the biathlon and in rifle shooting]. *Can J Sport Sci*, 1989. 14(1): p. 38-45.
235. Grebot, C., et al., Effects of exercise on perceptual estimation and short-term recall of shooting performance in a biathlon. *Percept Mot Skills*, 2003. 97(3 Pt 2): p. 1107-14.
236. Gros Lambert, A., et al., Validation of simple tests of biathlon shooting ability. *Int J Sports Med*, 1999. 20(3): p. 179-82.
237. Rundell, K.W. and D.W. Bacharach, Physiological characteristics and performance of top U.S. biathletes. *Med Sci Sports Exerc*, 1995. 27(9): p. 1302-10.
238. Hoffman, M.D., et al., Biathlon shooting performance after exercise of different intensities. *Int J Sports Med*, 1992. 13(3): p. 270-3.
239. Carrick FR, O.E., Pagnacco G, Brock JB, Arikan T., Posturographic testing and motor learning predictability in gymnasts. *Disabil Rehabil.*, 2007. Dec 30;29(24):1881-9. Epub 2007 Feb 9. .
240. Gautier G, T.R., Vuillerme N., Postural control and perceptive configuration: influence of expertise in gymnastics. *Gait Posture.* , 2008. Jul;28(1):46-51.
241. Gautier G, T.R., Chollet D., Visual and postural control of an arbitrary posture: the handstand. *J Sports Sci.* , 2007. Sep;25(11):1271-8.
242. Ageberg E, R.D.H.E.F.T., Balance in single-limb stance in healthy subjects- reliability on testing procedure and the effect of short duration sub-maximal cycling. *Bmc Musculoskelet Disord*, 2003. jun 27; 4(1): p. 14.
243. Brown M, H.J., Effects of walking, jogging and cycling on strength, flexibility, speed and balance in 60- to 72-year olds. *Aging*, 1993. Dec;5(6): p. 427-34.
244. Noe F, P.T., Is postural control affected by expertise in alpine skiing? *Br J Sports Med.*, 2005 Nov;39(11):835-7.
245. Malliou P, A.K., Theodosiou A, Gioftsidou A, Mantis K, Pylaniadis T, Kioumourtoglou E., Proprioceptive training for learning downhill skiing. *Percept Mot Skills*, 2004. 99(1): p. 149-54.
246. Virravirta, M. and P.V. Komi, Plantar pressure and EMG activity of simulated and actual ski jumping take-off. *Scand J Med Sci Sports*, 2001. 11(5): p. 310-4.
247. Andersen, R.E. and D.L. Montgomery, Physiology of Alpine skiing. *Sports Med*, 1988. 6(4): p. 210-21.
248. Haymes, E.M. and A.L. Dickinson, Characteristics of elite male and female ski racers. *Med Sci Sports Exerc*, 1980. 12(3): p. 153-8.
249. Méndez-Villaneuva A, B.D., Physiological aspects of surfboard riding performance. *Sports Med*, 2005. 35: p. 55-70.
250. Berger L y col, Spécifiques posturales statiques des sujets agés chuteurs au regard des non-chuteurs. *Revue de Geriatrie*, 2002. 27(9):703-710.
251. Ramos, J.J.S., J.C.; L-Silvarrey, F.J.; Legido, J.C., *El Fútbol. Tests de Laboratorio y de Campo*, ed. F. SEK. 2007, Madrid.
252. Rossi B, Z.P., Body perception in athletes and non-athletes. *Percept Mot Skills*, 1979. Dec;49(3): p. 723-6.
253. Malliou P, A.K., Theodosiou A, Gioftsidou A, Mantis K, Pylaniadis T, Kioumourtoglou E., Proprioceptive training for learning downhill skiing. *Percept Mot Skills*, 2004. Aug;99(1): 149-54.

254. Mak MK, N.P., *Mediolateral sway in single-leg stance is the best discriminator of balance performance for Tai-Chi practitioners.* Arch Phys Med Rehabil, 2003. May;84(5): p. 683-6.
255. Wu, G., *Evaluation of the effectiveness of Tai Chi for improving balance and preventing falls in the older population--a review.* J Am Geriatr Soc, 2002. Apr;50(4): p. 746-54.
256. Shih J, *Basic Beijing twenty-four forms of Tai Chi exercise and average velocity of sway.* Percept Mot Skills, 1997. FEB 84 (1): p. 287-90.
257. Taggart, H., *Effects of tai chi exercise on balance, functional mobility and fear of falling among older women.* Appl Nurs Res, 2002. nov 15 (4): p. 235-42.
258. Nnodim, J.O., et al., *Dynamic balance and stepping versus tai chi training to improve balance and stepping in at-risk older adults.* J Am Geriatr Soc, 2006. 54(12): p. 1825-31.
259. Mao de, W., J.X. Li, and Y. Hong, *Plantar pressure distribution during Tai Chi exercise.* Arch Phys Med Rehabil, 2006. 87(6): p. 814-20.
260. Mao, D.W., J.X. Li, and Y. Hong, *The duration and plantar pressure distribution during one-leg stance in Tai Chi exercise.* Clin Biomech (Bristol, Avon), 2006. 21(6): p. 640-5.
261. Mao, D.W., Y. Hong, and J.X. Li, *Characteristics of foot movement in Tai Chi exercise.* Phys Ther, 2006. 86(2): p. 215-22.
262. Taylor-Piliae, R.E., et al., *Improvement in balance, strength, and flexibility after 12 weeks of Tai chi exercise in ethnic Chinese adults with cardiovascular disease risk factors.* Altern Ther Health Med, 2006. 12(2): p. 50-8.
263. Tsang, W.W. and C.W. Hui-Chan, *Effect of 4- and 8-wk intensive Tai Chi Training on balance control in the elderly.* Med Sci Sports Exerc, 2004. 36(4): p. 648-57.
264. Tsang, W.W. and C.W. Hui-Chan, *Comparison of muscle torque, balance, and confidence in older tai chi and healthy adults.* Med Sci Sports Exerc, 2005. 37(2): p. 280-9.
265. Tsang, W.W. and C.W. Hui-Chan, *Standing balance after vestibular stimulation in Tai Chi-practicing and nonpracticing healthy older adults.* Arch Phys Med Rehabil, 2006. 87(4): p. 546-53.
266. Tsang, W.W., et al., *Tai Chi improves standing balance control under reduced or conflicting sensory conditions.* Arch Phys Med Rehabil, 2004. 85(1): p. 129-37.
267. Wayne, P.M., et al., *Can Tai Chi improve vestibulopathic postural control?* Arch Phys Med Rehabil, 2004. 85(1): p. 142-52.
268. Wolfson, L., et al., *Balance and strength training in older adults: intervention gains and Tai Chi maintenance.* J Am Geriatr Soc, 1996. 44(5): p. 498-506.
269. Hong, Y., J.X. Li, and P.D. Robinson, *Balance control, flexibility, and cardiorespiratory fitness among older Tai Chi practitioners.* Br J Sports Med, 2000. 34(1): p. 29-34.
270. Judge, J.O., et al., *Balance improvements in older women: effects of exercise training.* Phys Ther, 1993. 73(4): p. 254-62; discussion 263-5.
271. Wolfson, L., et al., *Training balance and strength in the elderly to improve function.* J Am Geriatr Soc, 1993. 41(3): p. 341-3.
272. Richerson S, R.K., *Does Tai Chi improve plantar sensory ability? A pilot study.* Diabetes Technol Ther, 2007. Jun; 9(3): p. 276-86.
273. Maurer, C., T. Mergner, and R.J. Peterka, *Multisensory control of human upright stance.* Exp Brain Res, 2006. 171(2): p. 231-50.
274. Mergner, T., C. Maurer, and R.J. Peterka, *A multisensory posture control model of human upright stance.* Prog Brain Res, 2003. 142: p. 189-201.
275. Mergner, T., C. Maurer, and R.J. Peterka, *Sensory contributions to the control of stance: a posture control model.* Adv Exp Med Biol, 2002. 508: p. 147-52.

276. Maurer, C., et al., Vestibular, visual, and somatosensory contributions to human control of upright stance. *Neurosci Lett*, 2000. 281(2-3): p. 99-102.
277. Mergner, T., et al., Human postural responses to motion of real and virtual visual environments under different support base conditions. *Exp Brain Res*, 2005. 167(4): p. 535-56.
278. Ebersbach, G., M.R. Dimitrijevic, and W. Poewe, Influence of concurrent tasks on gait: a dual-task approach. *Percept Mot Skills*, 1995. 81(1): p. 107-13.
279. Maylor EA, W.A., Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. *J Gerontol*, 1996. 51B P143-54.
280. Rankin JK, S.-C.A., Woollacott MH., A neuromuscular analysis of the influence of a cognitive task on postural stability in young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2000. 55(3) M112-9.
281. Balter SG, S.R., De Jong I, Boumans R, Van de Laar M, Kingma H., Background on methods of stimulation in galvanic-induced body sway in young healthy adults. *Acta Otolaryngol.*, 2004. Apr;124(3): p. 262-71.
282. Derave W, T.N., Cottyn J, Pannier JL, De Clercq D, Treadmill exercise negatively affects visual contribution to static postural stability. *Int J Sports Med.*, 2002. Jan;23(1): p. 44-9.
283. Goetghebuer, G., Une simple question d'équilibre. *Sport et Vie*, 2002: p. 40-46.
284. Kovacs EJ, B.T., Forwell L, Litchfield RB, Effect of training on postural control in figure skaters: a randomized controlled trial of neuromuscular versus basic off-ice training programs. *Clin J Sport Med*, 2004. Jul; 14(4): p. 215-24.
285. Vidalot A, Pie plano, pie cavo, alteraciones del antepie. *Monografías Femede*, ed. a.y.d.O.y.t. Niño. Vol. 1. 1990. 69-74.
286. Edwards WT, Effect of joint stiffness on standing stability. *Gait Posture*, 2007. Mar;25(3):432-9.
287. Barona, R., C. Comeche, et al., The protocol for the vestibulospinal system study by means of a dynamometric platform. *Patterns of normalcy. An Otorrinolaringol Ibero Am*, 1994. 21(6): p. 615-28.
288. Kemper H.C.G, S.-v.E.L., Verschuur R, Height, Weight and Height Velocity. *Med. Sport Sci*, 1985. 20 p. 66-80.
289. Hernandez M, C.J., García M, Narvaiza JL, Rincón JM y cols, Estudio longitudinal de crecimiento. Curvas de 0 a 14 años. *Instituto de Investigación F. Orbegoza. Bilbao*, 2002.
290. Niinimaa, V.M.T., Influence of exercise on body sway in the standing rifle shooting position. *Can J Appl Sport Sci*, 1983. Mar;8(1): p. 30-3.
291. Vuillerme N, F.N., Nougier V., Attentional demands and postural sway: the effect of the calf muscles fatigue. *Med Sci Sports Exerc* , 2002. Dec;34(12):: p. 1907-12.
292. Vuillerme N, D.F., Forestier N, Nougier V., Postural sway under muscle vibration and muscle fatigue in humans. *Neurosci Lett*, 2002. Nov 22;333(2)131-5.
293. Vuillerme N, N.V., Prieur JM., Can vision compensate for a lower limbs muscular fatigue for controlling posture in humans? *Neurosci Lett*, 2001. Aug 3;308(2) 103-6.
294. Vuillerme N, D.F., Marin L, Boyadjian A, Prieur JM, Weise I, Nougier V., The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neurosci Lett*, 2001. 303(2): p. 83-6.
295. Vuillerme N, N.V., Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. *Brain Res Bull*, 2004. 63(2): p. 161-5.
296. Vuillerme N, T.N., Nougier V., The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neurosci Lett*, 2001. Sep 28;311(2) 73-6.
297. Vuillerme, N., V. Nougier, and N. Teasdale, Effects of a reaction time task on postural control in humans. *Neurosci Lett*, 2000. 291(2): p. 77-80.

298. Carrick FR, O.E., Pagnacco G, Brock JB, Arian T., Posturographic testing and motor learning predictability in gymnasts. *Disabil Rehabil*, 2007. Dec 30;29(24):1881-9. Epub 2007 Feb 9. .